N° D'ORDRE : 134

# THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

le Docteur Pierre QUÉZEL

---

1re THÈSE. — **Peuplement végétal des Hautes Montagnes de l'Afrique du Nord.**

2e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

---

**Soutenues le 18 juin 1955 devant la Commission d'examen.**

---

MM. MATHIAS, *Président.*
EMBERGER, TROCHAIN, GUINOCHET } *Examinateurs.*

---

ÉDITIONS PAUL LECHEVALIER
12, RUE DE TOURNON, 12
PARIS-VIe

1957

N° D'ORDRE : 134

# THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

le Docteur Pierre QUÉZEL

---

1re THÈSE. — **Peuplement végétal des Hautes Montagnes de l'Afrique du Nord.**

2e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

---

Soutenues le 18 juin 1955 devant la Commission d'examen.

---

MM. MATHIAS, *Président.*
EMBERGER, TROCHAIN, GUINOCHET } *Examinateurs.*

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEYDEN

---

ÉDITIONS PAUL LECHEVALIER
12, RUE DE TOURNON, 12
PARIS-VIe

1957

# FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

*Recteur :* M. R. DOUCET.

---

MM.

*Doyen :*

MATHIAS, Professeur de Zoologie et de Biologie générale.

*Professeurs honoraires :*

R. JACQUES, J. PAVILLARD, J. CABANNES, M. THORAL, M. CASTERAS, L. GAY, E. CARRIÈRE.

*Professeurs :*

F. TURRIÈRE, Mécanique rationnelle.
J. SOULA, Mathématiques.
M. MOUSSERON, Chimie.
L. EMBERGER, Botanique.
C. BOUHET, Physique.
C. DENIZOT, Géologie.
J. GRANIER, Physique.
P. CHATELAIN, Minéralogie.
J. TROCHAIN, Botanique coloniale.
Mlle O. TUZET, Zoologie.
Mlle G. CAUQUIL, Chimie.

*Professeurs sans chaire :*

P. VIELES, Chimie.
J. DIVE, Mathématiques.
Mlle A. VERGNOUX, Physique.
J. MOTTE, Botanique.
J. RABINOVITCH, Physique.
J. SALVINIEN, Chimie.

*Maîtres de conférences :*

G. COUCHET, Mathématiques.
M. SILBER, Chimie,
J.-P. KAHANE, Mathématiques.
E. KAHANE, Chimie.

*Secrétaire honoraire :* J. DUBOIS.

*Secrétaire :* R. ROUQUAIROL.

---

# PRÉAMBULE

*C'est pour nous un agréable devoir au seuil de ce travail d'adresser nos remerciements à tous ceux qui nous ont conseillé et aidé.*

*Notre pensée va tout d'abord à M. le professeur Emberger, véritable instigateur de ce mémoire, qui a suivi nos recherches avec la plus grande bienveillance. Il a mis à notre disposition la masse de renseignements accumulés par lui sur la haute montagne marocaine, alors qu'il dirigeait, dans un Maroc bien différent de celui que nous connaissons aujourd'hui, le Laboratoire de Botanique de l'Institut Scientifique Chérifien. Il n'a pas ménagé sa peine pour revoir notre manuscrit et nous ne craignons pas de dire que sans ses encouragements il ne nous aurait pas été possible de mener ce travail à bonne fin.*

*C'est lui qui nous a incité à travailler sur un des sujets qu'il connaissait le mieux et qui lui tenait le plus à cœur ; nous espérons ne pas avoir déçu sa confiance ; qu'il soit assuré que nous n'oublierons jamais cette marque d'amicale estime.*

*M. le professeur Guinochet, nous a accueilli dans son Laboratoire, et a mis à notre disposition le plus merveilleux instrument de travail pour le sujet qui nous intéressait : à savoir, l'herbier et la bibliothèque R. Maire. Sa grande compétence en Phytosociologie aussi bien qu'en Caryosystématique nous a été des plus précieuses, qu'il en soit remercié.*

*M. le doyen Mathias en acceptant de présider notre jury de thèse, et M. le professeur Trochain qui a bien voulu en faire partie, nous ont grandement obligé. Qu'il nous soit donc permis de leur adresser ici nos plus vifs et respectueux remerciements.*

*Nous ne voudrions pas oublier M. C. Sauvage, directeur du Laboratoire de Botanique à l'Institut Scientifique Chérifien, pour toute l'aide amicale*

*qu'il nous a apportée, autant à Rabat que dans le bled, où il nous fut donné d'apprécier son dynamisme tout autant que son inépuisable et sereine bonne humeur.*

*M. Raynal, professeur de Géographie à l'Institut des hautes études marocaines, nous a fait bénéficier de sa connaissance parfaite des phénomènes géomorphologiques sur la haute montagne marocaine A. Pujos, ingénieur agronome à Fez a été pour nous un ami plus qu'un compagnon, et nous devons bien des découvertes remarquables à son intrépide dévouement. Merci également à tous nos compagnons de tournée, qui nous ont bien souvent aidé à supporter l'ennui des marches d'approche et la fatigue d'interminables ascensions : F. Vaillant, assistant au Laboratoire de Zoologie de la Faculté des sciences d'Alger, M. Si Mohamed El Glaoui, Bonneau, ingénieurs des eaux et forêts de la circonscription de Marrakech, M. C. Guinet, chef de l'École de Botanique du Museum, le docteur Verdier enfin, compagnon de la première heure.*

*M. Gaussen, professeur à la Faculté des sciences de Toulouse nous a fourni d'importants renseignements concernant les précipitations sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord.*

*Nous avons trouvé auprès de l'Administration des eaux et forêts du Maroc, une compréhension des plus amicales ; M. Dupuy, conservateur à Marrakech nous a en particulier fait bénéficier d'importantes aides matérielles et nous a fourni de précieux renseignements sur les forêts du Haut Atlas.*

*Les hautes autorités civiles et militaires locales nous ont grandement facilité sur le plan technique, la préparation et la réalisation de nos tournées. Puisse ce travail être un gage de remerciement pour leur aimable accueil, puisse-t-il également leur apporter une aide efficace dans la connaissance de cette haute montagne marocaine seule réserve de pâturages d'été pour la majeure partie des tribus du sud marocain.*

*Nous ne voudrions pas oublier ici également la population indigène du Haut Atlas tout spécialement, dont l'amicale hospitalité nous a toujours profondément touché.*

*Le Centre National de la Recherche Scientifique, et l'Institut Scientifique Chérifien, ont bien voulu nous attribuer des bourses de mission pour l'exploration Botanique du Haut Atlas, nous les en remercions sincèrement.*

*M. Simonneau, directeur de la station d'expérimentation agricole des Hammadena, s'est chargé de la plupart de nos analyses de sol, qu'il soit assuré de notre reconnaissance.*

*Messieurs Lechevalier ont accepté d'assurer l'édition de ce mémoire, nous tenons à les en remercier bien vivement.*

*Merci encore, à Mlle N. Paté dessinatrice au Laboratoire de Botanique à Alger pour toute l'aide amicale qu'elle nous a apportée dans la mise au point du manuscrit.*

*Puisse enfin, ce travail, être un hommage pour tous ceux qui nous ont précédé sur les montagnes d'Afrique du Nord. Ils ont travaillé alors dans un pays difficile, bien souvent au péril de leur vie. C'est leur œuvre de pionnier qui nous a permis de mener à bien l'entreprise que nous nous étions fixée. Contentons-nous de citer les plus illustres : Balls, Humbert, de Litardière, Lindberg. Bien d'autres, et non des moindres, ne sont hélas plus là ; qu'il nous soit permis de saluer leur mémoire ; nous voulons en particulier penser à René Maire, un des pionniers intrépides de l'exploration des hauts sommets marocains, dont l'œuvre gigantesque plane sur toute la Botanique nord-africaine.*

*Nous ne nous dissimulons pas combien était lourde la succession que nous avons prise ; puissions-nous ne pas avoir déçu la confiance de nos maîtres, puissions-nous ne pas avoir trahi la mémoire de nos prédécesseurs.*

# LES LIMITES DE LA VÉGÉTATION DE HAUTE MONTAGNE

Tracer les limites altitudinales de la végétation de haute montagne est un problème délicat. Certes, il ne saurait s'agir ici que de la question de la limite altitudinale inférieure, puisque n'existe pas sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord de zone culminale dépourvue de végétation. Toutefois divers aspects du problème permettent de serrer de plus près la solution, mais ce sont surtout les critères floristiques et écologiques qui sont instructifs à ce point de vue.

## LES CRITÈRES FLORISTIQUES

A peu près partout sur la montagne marocaine, entre 2 500 et 3 500 m, existe un paysage végétal des plus caractéristiques : la garrigue à xérophytes épineux en coussinets essentiellement constituée par des chaméphytes prostrés, très denses, poussant à la surface du sol, érinacéoïdes, plus ou moins espacés. Ce type de végétation, de très loin le plus répandu sur les atlas marocains, où il occupe entre les altitudes précitées 70 à 80 % de la surface totale, permet à coup sûr d'affirmer que l'on se trouve dans la zone des hautes montagnes méditerranéennes.

La limite altitudinale inférieure de cet horizon varie notablement sur l'axe atlasique : elle se situe aux environs de 2 700 m sur le moyen Atlas oriental, 2 600 m sur l'Ayachi, 2 500 m sur l'Atlas de Demnat et de Marrakech, 2 600 m sur l'Atlas des Seksaouas.

Au-dessous de ces altitudes existe en principe un horizon de vocation sylvatique où suivant les circonstances peuvent se rencontrer le Chêne vert, le Cèdre et surtout le Genévrier thurifère.

En Afrique du Nord le Cèdre et le Chêne vert constituent encore sur les Atlas des peuplements importants qui, aussi bien par leur écologie que leur cortège floristique, échappent entièrement au domaine des hautes montagnes nord-africaines. La limite altitudinale supérieure de ces forêts, d'ailleurs variable d'un massif à un autre se situe en général aux environs de 2 200 m.

Le Genévrier thurifère forme également sur les Atlas marocains et sur les Aurès d'importants peuplements qui couvrent les principaux massifs entre

2 000 et 2 500 m; des individus isolés arrivent même jusqu'à près de 3 000 m. Si dans son horizon supérieur, cet arbre toujours d'ailleurs en boisements très lâches et épars, participe à des groupements écologiquement et floristiquement oro-méditerranéens, dans son horizon inférieur au contraire, il pénètre largement dans l'étage sylvatique à Cèdres et à Chênes verts. Le Genévrier thurifère ne saurait donc caractériser un étage de végétation de haute montagne méditerranéenne. Il y participe au-dessus de 2 600 m en moyenne; plus bas, au contraire, il caractérise plutôt l'étage méditerranéen semi-aride froid dans lequel il s'associe en général au Cèdre et au Chêne vert.

Toutefois, en bien des endroits, la dégradation progressive du sol et la destruction de la forêt ont entraîné l'installation à des altitudes bien inférieures à 2 500 m de groupements végétaux où prédominent très largement les orophytes méditerranéens. Les associations végétales ainsi individualisées, bien que n'appartenant pas complètement à l'étage oro-méditerranéen présentent trop d'affinités floristiques et écologiques avec les groupements de garrigues à xérophytes épineux sus-jacentes pour qu'il soit possible de passer sous silence au moins les principales.

Aussi dans ce travail avons-nous étudié divers types de végétation largement répandus entre 2 000 et 2 500 m sur les montagnes du Maroc et de l'Algérie correspondant à des dégradations de l'horizon sylvatique et répondant à des zones d'extension sans doute relativement récentes de la végétation oro-méditerranéenne. Le Genévrier thurifère n'y fait pratiquement jamais défaut.

Toutefois, si les critères floristiques sont susceptibles de faire reconnaître aisément la végétation oro-méditerranéenne sur les Atlas, ils ne permettent pas de proposer une explication à la localisation actuelle de ce paysage végétal. Seuls, les critères écologiques sont susceptibles à notre avis de fournir une solution logique.

## LES CRITÈRES ÉCOLOGIQUES

Il n'est pas de notre intention d'aborder ici le problème combien complexe et combien peu connu de la climatologie et de la microclimatologie des Atlas. Toutefois quelques aspects de la question doivent nous arrêter quelques instants.

Les critères édaphiques en particulier paraissent revêtir en haute montagne marocaine une importance insoupçonnée jusqu'ici dans leurs rapports avec la végétation. En effet, un des caractères les plus remarquables de la montagne nord-africaine est son absence quasi constante de sol. Certes il existe bien un substrat, mais la présence d'un sol (au sens où les pédologues définissent ce terme) est exceptionnelle et l'apanage de micro-stations particulièrement humides (pozzines suintantes) partout ailleurs, si un substrat existe, il procède de phénomènes géomorphologiques et non biologiques. Sur la montagne nord-africaine, partout où la roche mère affleure, sa désagrégation sous l'action des facteurs climatiques et avant tout du gel détermine l'apparition d'un substrat spécial essentiellement constitué de cailloutis anguleux plus ou moins colmatés

par des limons ou des argiles de décalcification. Ce phénomène a reçu des géomorphologistes le nom de « périglaciaire ». L'importance des phénomènes périglaciaires a été bien mis en évidence partout sur les hautes montagnes nord-africaines par les géographes (cf. en particulier Dresch, Raynal). Or, il est actuellement de plus en plus évident qu'il existe un rapport très étroit sur les Atlas entre les phénomènes périglaciaires et la végétation oro-méditerranéenne. Nous avons pu vérifier ces conclusions au cours de tournées effectuées en commun avec Raynal.

A l'intérieur de la zone affectée par les phénomènes périglaciaires, il est possible de discerner plusieurs horizons.

*Un horizon inférieur* entre 2 100 et 2 400 m correspondant à peu près à l'étage de végétation semi-aride froid. Ici, les phénomènes de gélivation et de solifluxion ne révèlent pas une importance considérable. Ils se bornent à la mise en place en surface de fragments de cailloux anguleux et aplatis, de calibre assez réduit (7-15 cm). Ces cailloux gélivés ne proviennent d'ailleurs pas de la roche mère, ils sont constitués à partir de blocs d'éboulis plus ou moins colmatés, mis en place surtout au moment de l'avant-dernière période pluviale.

*Un horizon moyen* entre approximativement 2 400 et 3 500 m, répondant à la zone des garrigues à xérophytes épineux en coussinets. Les phénomènes périglaciaires ont lieu ici à partir de la roche mère et suivant les conditions climatiques donnent naissance :

— à des éboulis de cailloux anguleux (périglaciaire sec) sur les surfaces en forte pente où la neige persiste peu;

— à des sels polygonaux plus ou moins typiques (périglaciaire mixte) sur les surfaces de faibles pentes où l'enneigement dure au moins 5 à 6 mois;

— à des dépôts limoneux parfois très épais (périglaciaire humide) pauvre en éléments figurés, dans les cuvettes et les dépressions où la neige persiste de 6 à 8 mois par an.

*Un horizon supérieur* au-dessus de 3 500 m, répondant à l'étage culminal de végétation caractérisé par un très faible degré de recouvrement et la prédominance des hémicryptophytes. Les phénomènes périglaciaires revêtent ici moins d'importance sans doute en raison de la diminution de la pluviosité. Il est toutefois encore possible de discerner :

— un périglaciaire sec (éboulis);

— un périglaciaire mixte (sols striés).

Il n'est pas de notre intention de chercher à préciser ici l'origine et le mode de formation de ces phénomènes; nous nous devions de les signaler, car les rapports qu'ils présentent avec la constitution du tapis végétal ne sont pas discutables. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir sur ces questions.

Mais, de même que la flore oro-méditerranéenne est fragmentaire entre 2 100 et 2 500 m, entre ces altitudes, les phénomènes périglaciaires n'affectent pas la totalité de la zone comprise entre 1 900 et 2 400 m, ils existent dans les parties dégradées où un sol évolué a disparu et où, précisément, se localise

cette flore. Partout où la forêt existe encore en bon état, elle prospère sur un substrat spécial constitué surtout de limon rougeâtre mis en place au cours du dernier pluvial (grimaldien). Ce limon épais parfois de plusieurs mètres, peu ou pas squelettique, représente sur les Atlas la station élective de toute forêt digne de ce nom. Le complexe sol-végétation ainsi créé échappe au domaine oro-méditerranéen; les raisons en sont fournies par une analyse micro-climatique même sommaire : diminution des écarts thermiques en surface, perméabilité thermique plus faible au sol, augmentation sensible de la teneur en eau du sol conditionnée par la structure du substrat et l'existence d'un écran forestier.

Il est de la sorte fort aisé de comprendre que ce sont précisément dans les régions de l'Atlas à climat le plus excessif (versant saharien) que la disparition quasi complète de la forêt ait entraîné un abaissement considérable des limites altitudinales inférieures des irradiations oro-méditerranéennes dans l'étage bioclimatique semi-aride froid.

Les phénomènes périglaciaires sont en rapport étroit avec le facteur température; et bien que nous manquions de documents précis sur la position des isothermes et tout spécialement des isothermes hivernaux sur les montagnes nord-africaines, il paraît possible d'affirmer qu'à l'heure actuelle sur les Atlas, les phénomènes périglaciaires débutent sensiblement lorsque la moyenne des minima du mois le plus froid, se situent au-dessous de — 4°.

Comme il ressort de ce chapitre, il est donc très difficile d'établir une limite inférieure uniforme pour la végétation oro-méditerranéenne nord-africaine. Cette limite dépend essentiellement de la situation géographique de chaque massif, de l'état de dégradation de leur végétation et de leur sol; à vrai dire nulle part il n'est possible de tracer de limite nette, et il existe une large zone où la végétation oro-méditerranéenne peut coexister avec divers autres types de végétation, et avant tout la végétation sylvatique des étages méditerranéens semi-aride ou sub-humide froide. Cette zone est d'autant plus large que l'on s'éloigne des influences maritimes ou que l'on progresse vers le sud. Toutefois en Afrique du Nord, la végétation oro-méditerranéenne ne descend pas au-dessous de l'isohyète de 200 m.

Nous avons pu la reconnaître :

— sur le Haut Atlas (sur les sommets dépassant 2 000 m);

— sur le Moyen Atlas (chaînons du Bou Naceur — Bou Iblane — Tichchoukt et fragmentaire sur tous les plateaux du Causse mégatlasique cf. en part. R. NÈGRE, 1953);

— en Algérie : sur le Djurdjura et l'Aurès;

— à l'état fragmentaire : sur les Babors et les monts de l'Atlas saharien sud-oranais;

— elle fait entièrement défaut sur les sommets des monts du Hoggar.

# HISTORIQUE SOMMAIRE DE L'EXPLORATION BOTANIQUE DES HAUTES MONTAGNES D'AFRIQUE DU NORD

Il est seulement dans nos intentions de donner ici un aperçu sommaire sur l'histoire de l'exploration botanique des hautes montagnes nord-africaines. Il est en effet curieux de constater quelle incertitude a plané jusqu'à la fin du siècle dernier sur la flore de ces sommets; si le Djurdjura et l'Aurès ont bénéficié à la suite de la pacification française d'une prospection botanique relativement plus précoce, ce n'est qu'en 1935 que la flore du Haut Atlas marocain par contre a pu être considérée comme bien connue.

## LE DJURDJURA

Ce n'est qu'à la suite de la pacification de la Kabylie que l'exploration botanique du Djurdjura a pu débuter; même l'intrépide DESFONTAINES n'osa pas s'aventurer en 1785 sur les hautes montagnes kabyles occupées « par la nation formidable du Sultan BOUZID ».

Ce sont COSSON et H. DE LA PERRAUDIÈRE qui, en 1854, entreprirent la première exploration sérieuse du massif; en 1858, DEBEAUX fait pour la première fois l'ascension du Lalla Khredidja.

Entre 1860 et 1880 de nombreux botanistes se rendirent sur le Djurdjura; parmi eux il faut citer avant tout A. LETOURNEUX dont les trouvailles et les conclusions géobotaniques ont été consignées dans un important mémoire sur la Kabylie.

Signalons encore les découvertes de COSSON, DOUMET, ADANSON, POMEL, CHABERT, BATTANDIER et TRABUT relatives à la flore de ce massif.

En 1909, LAPIE publie son étude phytogéographique sur la Kabylie du Djurdjura, ouvrage remarquable faisant le point sur la connaissance de la flore et de la végétation kabyles.

Depuis cette date, il faut encore noter les travaux de MAIRE, DUBUIS et FAUREL relatifs à la flore du Djurdjura. De toute façon, à l'heure actuelle, la flore des hautes montagnes kabyles doit être considérée comme très bien connue; de nombreux séjours sur le Djurdjura nous ont confirmé dans cette opinion.

## LES AURÈS

Les mêmes remarques s'appliquent à la flore de la région culminale des Aurès; en effet, le faible développement sur ce massif de la zone asylvatique raccourcit considérablement la liste des orophytes aurasiens. Après les explorations de Balansa (1853) et Cosson, Reboud (1878), Battandier, Trabut, Maire et Faurel, on peut considérer comme achevé l'inventaire floristique des sommets de l'Aurès; il n'en est pas de même, par contre, pour la zone forestière où bien des espèces n'ont pas été revues depuis la fin du siècle dernier.

## LES ATLAS MAROCAINS

L'exploration botanique des hautes montagnes marocaines n'a débuté que fort tardivement. Balansa le premier put atteindre le Haut Atlas (1867) dont il ne peut visiter que le pied du flanc Nord entre Imi n'Tanout et Marrakech. En 1871, Hooker et Ball au prix de mille difficultés pénètrent dans la vallée de la Reraya et atteignent le Tizi n'Tagherat.

Les collecteurs indigènes de Cosson et surtout le chleuh Ibrahim visitèrent le Haut Atlas et recueillirent de nombreuses nouveautés; en particulier Ibrahim visita les Jebels Touchka, Afougueur, Ouensa, Ghat, Azegza ainsi que les montagnes au sud de Demnat, le pays des Aït Mallahl et des Aït Chitachen (1873-1889). Entre 1880 et 1913 il faut signaler les explorations de L. Gentil (1909) sur le Siroua; celle de Nain (1916) sur le Haut Atlas oriental.

Ainsi, jusqu'au moment de l'établissement du protectorat français, on ne possédait que des documents épars et fort incomplets sur la flore des hautes montagnes marocaines; seul le Haut Atlas de Marrakech était relativement bien connu; le m'Goun, l'Atlas de Seksaouas, de l'Ahansal, l'Ayachi, le Moyen Atlas oriental étaient par contre, entièrement inconnus.

Dès 1920, de nombreuses explorations scientifiques peuvent être poursuivies, tant en raison de l'apaisement progressif du pays que de la création à Rabat de l'Institut Scientifique Chérifien.

En 1920, Gattefosse et Jahandiez visitent le Haut Atlas de Marrakech et les environs de Demnat.

En 1922, Maire aborde l'étude du massif l'Ourika ainsi que, en compagnie de R. de Litardière, celle de la flore orophile du Haut Atlas central.

En 1923, Humbert, à la suite d'une expédition mémorable peut atteindre la croupe culminale de l'Ayachi, tandis que R. de Litardière explorait la région du Tifnout et des Goundafa.

En 1924, Maire étudie la vallée de n'Fiss, la région des Glaoua et de la Reraya avec de Litardière et Emberger.

En 1925, L. Emberger parcourt le pays Ourika, notamment celui de l'acif n'Aït Iren et de l'Oukaimeden-Angour.

En 1926, EMBERGER et MAIRE peuvent visiter pour la première fois le Rif oriental; MAIRE et DE LITARDIÈRE se rendent à nouveau chez les Glaouas et explorent les J. Aourjdid et Andromeur; HUMBERT enfin, visite à nouveau le Haut Atlas oriental.

En 1927, à la suite de la pacification du Moyen Atlas, EMBERGER et MAIRE visitent les massifs du Bou Iblane, du Gaberaal et du Tichchoukt.

1928 est surtout employée à l'exploration du Rif occidental et central (Emberger, Célerier, Font-Quer et Maire).

En 1929, EMBERGER visite la vallée de la Soufouloud, gravit le sommet du Bou Naceur.

En 1931, EMBERGER peut parcourir deux fois le massif du Rhat et atteint le sommet du m'Goun, après avoir découvert les pozzines et les sources de la Tessaout.

En 1932, LINDBERG visite le Haut Atlas de Marrakech; MAIRE se rend sur l'Anti-Atlas et sur le Siroua.

En 1933, EMBERGER explore pour la première fois le Sagho, le Haut Atlas des Seksaouas et les massifs de l'Erdouz-Igdtet.

En 1934, EMBERGER fait la première exploration des hautes altitudes de l'Anti-Atlas, séjourne sur le Haut Atlas calcaire, notamment sur l'Ayachi et le Masker, le Plateau des lacs, la vallée de l'Ahansal, l'Azourki et l'Imdras.

En 1936, BALLS, pour le compte du Musée national de Stockholm, visite le Haut Atlas de Marrakech et de Demnat. EMBERGER et MAIRE enfin, parcourent le Plateau des lacs.

En 1938, FAUREL effectue l'ascension de l'Ayachi.

Ainsi se termine à peu près complètement l'exploration botanique des hautes montagnes marocaines. En quinze ans, plus de cent espèces et de multiples sous-espèces et variétés ont été décrites; le mérite des pionniers qui, souvent au péril de leur vie ont parcouru ces sommets, doit être souligné; seuls l'amour de la nature et une intense curiosité scientifique ont pu justifier des tournées harassantes dans des régions à peine pacifiées.

Les événements de 1939 ont été peu favorables à la continuation de tournées botaniques sur les hautes montagnes marocaines, et ce n'est qu'en 1951 que l'exploration a repris.

Certes, après les travaux de MAIRE, HUMBERT, de LITARDIÈRE, EMBERGER, la connaissance de la flore des Atlas peut être considérée comme assez bien connue; toutefois quelques massifs restent encore inexplorés et les aires de répartition de nombreuses espèces doivent être précisées.

C'est dans cet esprit que nous avons entrepris, durant les étés 1951-52-53-54 plusieurs tournées sur les sommets des Atlas marocains.

D'autre part, en 1951 une mission allemande amenait RAUH à parcourir le Haut Atlas, ainsi d'ailleurs qu'un groupe d'étudiants anglais qui séjournèrent dans la vallée des Aït Bou Guemmez où le botaniste (J. S. SPENCE) découvrait *Gentiana ciliata*.

En 1952, C. GUINET en compagnie de R. DE VILMORIN et C. SAUVAGE bénéficiait d'une mission de l'I. S. C. et visitait le Moyen Atlas, l'Ayachi, le Masker; nous nous sommes joint à la deuxième partie de cette mission (Ahansal, Rhat, Bou Ourioul).

En 1953, C. SAUVAGE et nous-mêmes poussions une pointe sur l'Ayachi où

se rendait en juillet 1954, l'excursion marocaine du VIII[e] Congrès International de Botanique.

Pour notre part, nous avons pu effectuer les tournées suivantes :

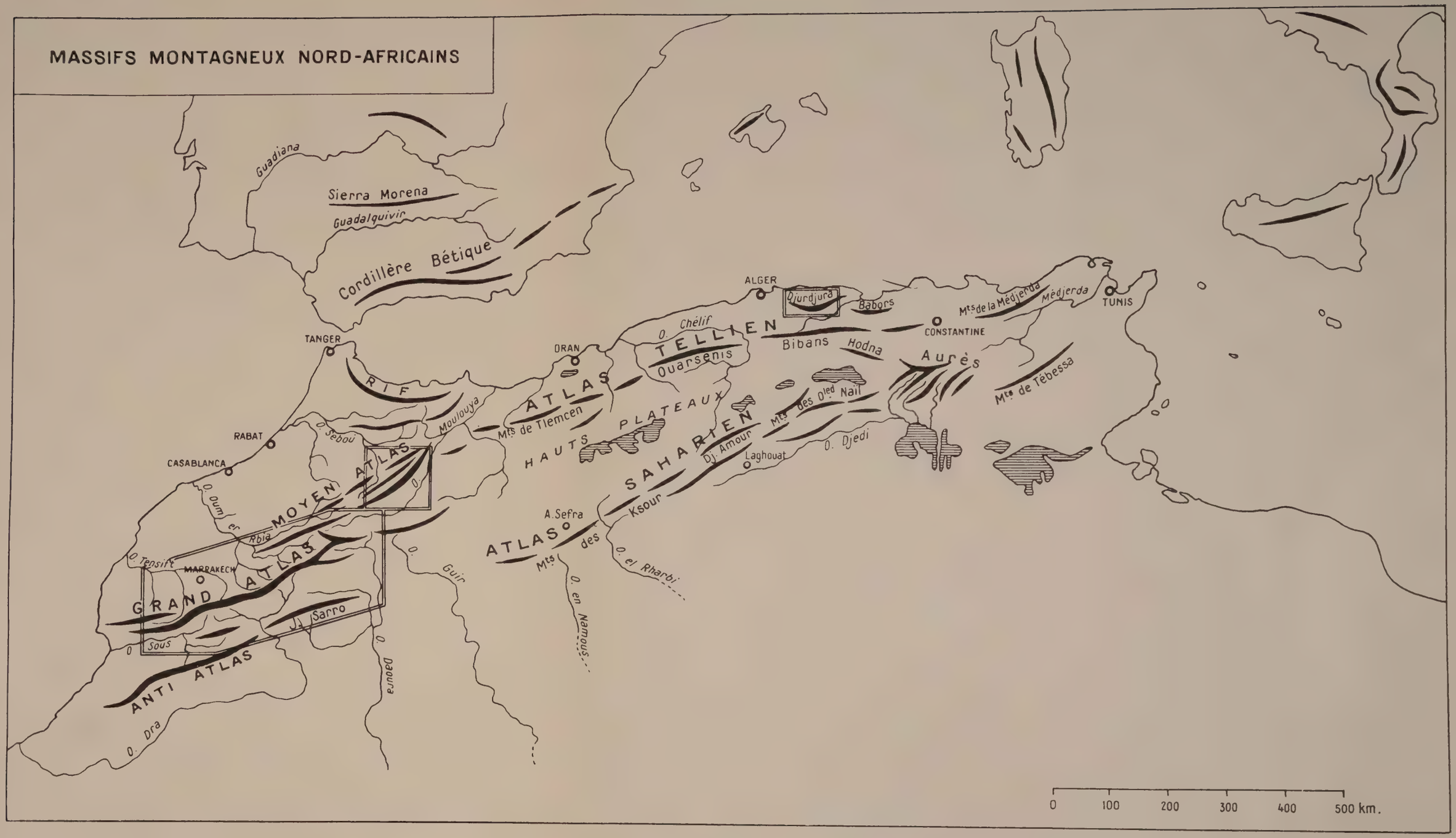
— juillet-août 1951 : exploration du J. Rhat et du J. Ayachi;

— juin-juillet-août 1952 (Mission du C. N. R. S.). Séjour sur le Haut Atlas des Seksaouas et de Marrakech; sur le Haut Atlas de l'Ahansal; sur le J. Rhat et le J. Bou Ourioul;

— juin-août 1953: J. Bou Iblane, J. Bou Naceur, J. Ayachi;

— juin-juillet-août 1954 (Mission de l'Institut Scientifique Chérifien) : Adrar, m'Korn, Haut Imdrhas, m'Goun à partir de Bou Malne du Dadès, J. Andromeur de Telouet, J. Siroua, J. Aori, haute Tessaout, J. Toubkal; haute vallée du Cheg el Ard, J. Bou Naceur;

— en août 1952, nous nous sommes également rendu sur les sommets de la Sierra Nevada dont l'étude nous a paru indispensable pour acquérir un aperçu général de la végétation orophile méditerranéenne occidentale.


MASSIFS MONTAGNEUX NORD-AFRICAINS
Guadiana
Sierra Morena
Guadalquivir
Cordillère Bétique
TANGER
RIF
Moulouya
RABAT
Sebou
CASABLANCA
Oum er Rbia
MOYEN ATLAS
O. Tensift
MARRAKECH
GRAND ATLAS
Sarro
Sous
ANTI ATLAS
O. Dra
Guir
Daoura
ORAN
ATLAS TELLIEN
Mts de Tlemcen
O. Chélif
Ouarsenis
ALGER
Djurdjura
Babors
Bibans
Hodna
Mts de la Médjerda
Médjerda
TUNIS
CONSTANTINE
Aurès
Mts de Tébessa
HAUTS PLATEAUX
SAHARIEN
Mts des Ouled Naïl
Dj. Amour
Laghouat
O. Djedi
A. Sefra
ATLAS des Mts
Ksour
O. en Namous
O. el Rharbi
0 100 200 300 400 500 km.

Carte 1.

# SCHÉMA GÉNÉRAL DU HAUT-ATLAS

O. Moulouya
MIDELT
J. Ayachi
3737
T. n'Talrhemt
Maoutfoud
3396
Masker
3277
Plateau des Lacs
O. Tazarine
Aderdouz
3057
O. Rheris
KSAR ES SOUK
O. Ziz
GOULMINA
TINERHIR
O. Todrha
M'Korn
3222
BOUMALNE
O. Dadès
J. Sarro
2375
OUARZAZATE
O. Draa
O. Oum er Rbia
O. el Abid
Bin el Ouidane
AZILAL
A. el Ghazy
IMILCHIL
T. n'Ouano
3140
O. Tessaout
DEMNAT
O. Lakhdar
Aïoui
3362
Azourki
3770
O. Ahansal
Imdrhas
J. Rhat
3825
A. Bougemmez
Ouaougoulzit
Aori
3400
4071
A. n'Goun
Andromeur
3607
T. n'Fedrhat
M'Goun
T. n'Tichka
2210
Bou Ouriouli
3576
A. Ounila
A. Imini
A. n'Tidili
Toubkal
4165
Oukaïmeden
Ouenkrim
4043△
Erdouz
3578
Igdtet
3615
Ras Moulay Ali
Tichka
3350
3475
Aoulime
T. n'Test
2100
J. Siroua
3304
Oued Sous
TAROUDANT
O. Tensift
CHICHAOUA
O. n'Fiss
MARRAKECH
O. Renaïa
O. Zat
Rdat
IMI N'TANOUT
AMIZMIZ
ASNI
0 50 100 km.

CARTE 2.

## APERÇU GÉOGRAPHIQUE

Le schéma général des systèmes orographiques nord-africains est relativement simple. En effet, l'Afrique du Nord est traversée en général sur toute sa longueur par une série de plissements parallèles d'orientation W. S. W.-E. N. E. s'étendant depuis le littoral atlantique marocain jusqu'au cap Bon en Tunisie.

Il est commode de grouper ces plissements en trois ensembles ou domaines :

— le domaine des chaînes calcaires littorales;

— le domaine atlasique;

— le domaine anti-atlasique.

*Le domaine des chaînes calcaires littorales* correspond aux massifs métamorphiques littoraux et à leur couverture sédimentaire.

Il est possible d'y distinguer : le massif Rifain, le Sahel oranais, le cap Ténès, le Chenoua, le massif de la Bouzaréah, les massifs de Grande et de Petite Kabylie (Djurdjura et Babors) et l'Edough. Seuls le Rif, le Djurdjura et les Babors offrent quelque importance. Les Babors ne présentant pas d'étage asylvatique, et le Rif appartenant à un domaine floristique spécial, seuls les sommets du Djurdjura seront envisagés dans cette étude.

*Le domaine atlasique* est de très loin le plus complexe. Il comprend deux plissements principaux :

— les plissements septentrionaux sont représentés au Maroc par le Moyen Atlas ou plus précisément par la bordure méridionale plissée du Moyen Atlas. Après la coupure de la Moulouya, l'Atlas tellien lui fait suite. Celui-ci est constitué par les massifs principaux suivants Monts de Debdou (1 559 m), Monts de Tlemcen (1 843 m), Monts de Daïa (1 378 m) et de Saïda (1 180 m), Ouarsenis (1 985 m), Dira (1 810 m), Monts des Bibans (1 862 m) et du Hodna (1 863 m), Monts de Numidie (1 406 m).

Seul le Moyen Atlas plissé (3 343 m) possédant un étage asylvatique sera étudié;

— les plissements méridionaux constituent au Maroc le Haut Atlas qui, par l'intermédiaire des Monts des Beni Mesrouh (2 714 m), se poursuivent vers l'est par l'Atlas saharien. Ce dernier offre les massifs principaux suivants :

Monts des Ksours (2 235 m), J. Amour (1 877 m), Monts des Ouled Naïl

(1 834 m), Monts de Bellezma (2 141 m), Aurès (2 328 m), Monts des Nementcha (1 934 m), Dj. Chambi (1 554 m).

Le Haut Atlas et l'Aurès seront seuls envisagés ici.

*Le domaine anti-atlasique* est limité au Maroc méridional, culminant à 2 374 m au J. Leskt, il se poursuit vers l'est par le massif du Sarho (2 375 m). Les influences sahariennes sont trop importantes pour permettre l'individualisation nette d'un étage de végétation oro-méditerranéenne. Le volcan du Siroua (3 304 m) réunit le Haut Atlas de Marrakech à l'Anti-Atlas proprement dit.

Il convient maintenant d'envisager brièvement la structure géographique et géologique des principaux massifs montagneux dont la flore et la végétation seront étudiées dans les chapitres suivants.

## LE HAUT ATLAS

(Carte 2.)

Le Haut Atlas constitue de très loin le chaînon le plus important du complexe orographique nord-africain. Grossièrement orienté S.W.-N.E., il s'étend sur plus de 500 km depuis les environs d'Agadir jusqu'aux Hauts Plateaux du sud oranais; en Algérie il se poursuit par l'Atlas saharien.

Le Haut Atlas culmine au J. Toubkal (4 165 m) et possède de nombreux sommets dépassant 3 000 m.

Du point de vue géologique et géographique, il est commode de diviser la chaîne mégalatlasique en trois parties :

La partie occidentale, la plus exiguë s'étend depuis le Tizi Machou au sud d'Imi n'Tanout jusqu'à la trouée du Tizi n'Test.

La partie centrale ou Atlas de Marrakech est située entre le Tizi n'Test et le Tizi n'Tichka.

La portion orientale enfin, de très loin la plus étendue, occupe le restant de la chaîne.

*Le Haut Atlas occidental :* Il ne s'étend guère sur plus de 70 km de longueur et est constitué presque exclusivement de sédiments primaires. Le relief très raide culmine partout entre 3 000 et 3 500 m.

Il est possible d'y discerner trois portions :

Une portion occidentale à peu près exclusivement constituée par des calcaires blanchâtres appartenant au Cambrien inférieur dont les principaux sommets sont le Tinerguet (3 555 m), l'Aoulime (3 475 m) et le Ras Moulay Ali (3 350 m).

Une portion centrale formée uniquement par le plateau granitique du Tichka.

Une portion orientale où dominent les sédiments calcaires Ordoviciens et Cambriens qui culmine à 3 615 m au J. Igdtet et à 3 578 m au J. Erdouz. Ici, les sommets principaux situés bien en avant de la ligne de partage des eaux et séparés d'elle par la vallée profonde de l'Oued n'Fiss.

*Le Haut Atlas central* s'étire sur une longueur de 100 km environ. Il constitue la portion la mieux explorée, la plus accessible et sans doute la plus pittoresque, au sens alpinistique du mot, de tout le Haut Atlas. Les crêtes déchiquetées, au relief vigoureux, sont constituées à peu près partout de matériaux éruptifs anciens, très acides : andésites, rhyolites et granites. Sur le flanc nord de la chaîne existe une zone de hauts plateaux permo-liasiques surtout constitués par des marnes et des grès.

Les principaux sommets du Haut Atlas central, situés sur la ligne de partage des eaux sont en allant vers l'est : le plateau de Tazerharht (3 995 m), l'Ouenkrim (4 043 m), le Toubkal (4 165 m), l'Aksoual (3 910 m), le Bou Ourioul (3 576 m). Il convient de rattacher au Haut Atlas central, le volcan du Siroua situé à 60 km environ au S.-S.-E. du Toubkal et qui culmine à 3 303 m.

De nombreux torrents pérennes naissent sur le Haut Atlas de Marrakech et apportent la fertilité dans les plaines du piedmont. Ce sont, sur le flanc septentrional : la Rheraia, l'Ourika, le Zat et le Rdat; sur le flanc méridional : le Sous.

*Le Haut Atlas oriental* est de très loin le plus étendu, il commence au Tizi n'Tichka et se termine au sud de Midelt; il mesure donc plus de 300 km de long. Toute cette portion de la chaîne tire son uniformité de sa structure géologique; elle est à peu près entièrement constituée de sédiments calcaires liasiques ou jurassiques; pour cette raison, le terme de Haut Atlas calcaire est devenu synonyme de Haut Atlas oriental. Le Haut Atlas calcaire peut se subdiviser de l'ouest vers l'est en une série de massifs.

*Le Haut Atlas de l'Andromeur* ou Haut Atlas de Telouet entre le Tizi n'Tichka et le Tizi n'Fedrhat. Long de 60 km environ, il est constitué par une longue ligne de crêtes séparant la vallée moyenne de la Tessaout au Nord, de la dépression d'Ouarzazate au sud; il culmine à 3 607 m au J. Andromeur.

*Le Haut Atlas du m'Goun* ou Haut Atlas de Demnat est beaucoup plus complexe; il s'étend sur une centaine de kilomètres du Tizi n'Fedrhat à l'ouest au J. Azourki et à la vallée de l'acif m'Goun à l'est. Large d'une soixantaine de kilomètres, cette portion de la chaîne est constituée de plis parallèles orientés W.S.W. - E.N.E. dont l'altitude descend rarement au-dessous de 3 000 m. Ce sont du sud au nord :

Le massif du m'Goun culminant à 4 071 m limité au nord par les hautes vallées de la Tessaout et de l'acif m'Goun.

Le massif du Tignousti (3 825 m) et de l'Aori (3 400 m) entre la Tessaout et l'acif Aït Bou Ouli, le J. Ouaougoulzit (3 770 m) entre l'acif m'Goun et l'acif Aït Bou Guemnez forment la deuxième ligne de crêtes.

Enfin, tout à fait au nord, sur un troisième plan, le plateau du Rhat (3 758 m) à l'ouest de l'O. Lakhdar, l'Azourki (3 770 m) et l'Aïoui (3 362 m) à l'est de ce même oued.

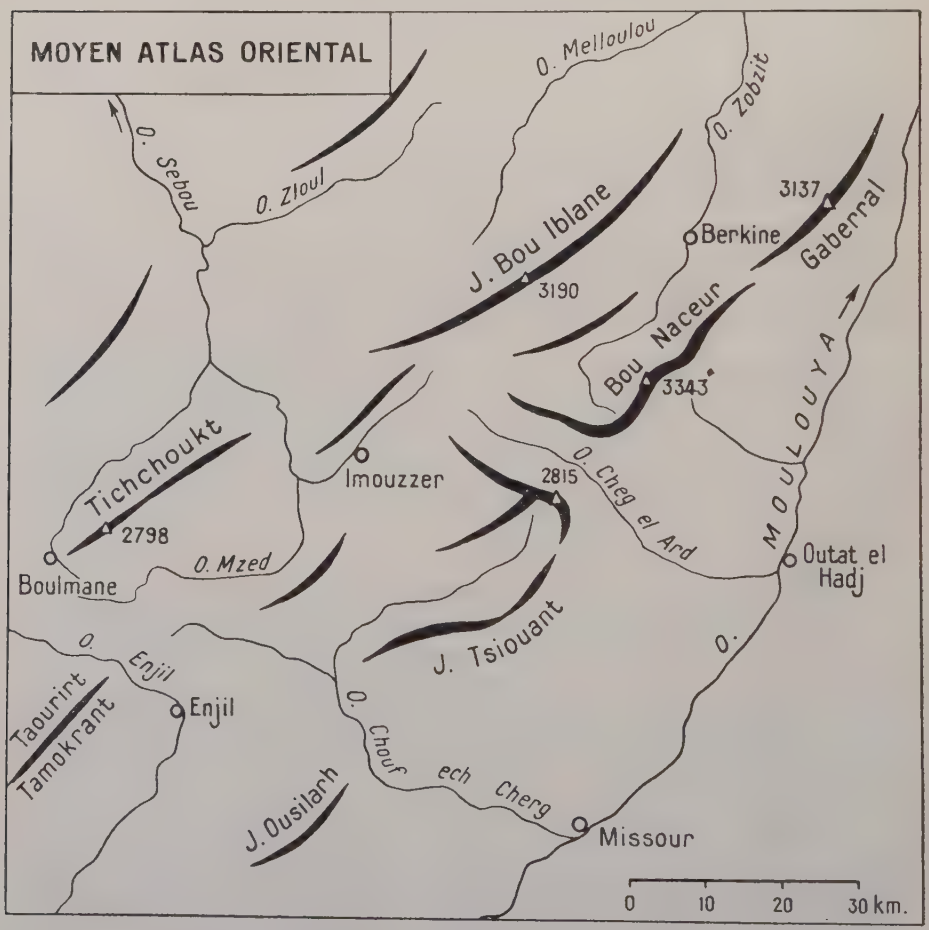
*Le Haut Atlas de l'Ahansal et de l'Imdrhas* fait suite au Haut Atlas du m'Goun. Il se termine vers l'est au Tizi Tirherhouzine et au Tizi n'Ouano. Il est constitué par deux lignes principales de crêtes : entre le Todrha et l'Imdrhas; le massif du m'Korn (3 222 m) entre l'Imdrhas et l'Ahansal, le massif de l'Imdrhas (3 140 m). Cette portion de la chaîne est longue de 100 km environ.

*Le Haut Atlas de l'Ayachi* ou Haut Atlas de Midelt s'étend sur 120 km à l'est du précédent. Il est constitué d'une série de plis parallèles n'atteignant 3 000 m que sur le revers septentrional de la chaîne où se trouvent de l'ouest vers l'est : le Plateau des lacs, le J. Masker (3 277 m), le J. Ayachi (3 737 m). Une deuxième ligne de sommets située au sud de la précédente est constituée par le J. Aderdouz (3 057 m) et le J. Maoutfoud (3 396 m).

## LE MOYEN ATLAS

Nous n'avons envisagé dans ce travail que les sommets les plus élevés du Moyen Atlas plissé où existe sans conteste un étage asylvatique; les plateaux mésatlasiques restent en dehors de cette étude.

Le Moyen Atlas plissé occupe le revers méridional de la chaîne et s'étend




Carte 3.

au nord de l'axe Midelt-Outat el Hajj sur le rebord de la cuvette de la Moulouya. Il est constitué de plis parallèles de même orientation que les plis mégalatlasiques qu'il poursuit vers le nord-est.

Les principaux massifs du Moyen Atlas plissé sont :

Le *J. Tichchoukt* (2 798 m) à l'est de Boulmane, longue crête dénudée de 15 km constituée de lias supérieur dolomitisé.

*Le massif de Bou Iblane* situé sur le revers septentrional du Haut Melloulou avec comme sommets principaux : le J. Bou Iblane (3 103 m) et le J. Moussa ou Salah (3 190 m).

*Le massif de Bou Naceur* entre la haute vallée du Melloulou et la Moulouya. Point culminant du Moyen Atlas (3 343 m) il est entaillé vers le sud-est de profondes vallées glaciaires et se poursuit vers le nord-est par le Gaberral (3 137 m).

Bou Iblane et Bou Naceur sont entièrement constitués de sédiments liasiques ou jurassiques inférieurs, assez souvent dolomitisés.

## LE DJURDJURA

(Carte 4.)

Longue d'une cinquantaine de kilomètres, la chaîne du Djurdjura limite vers le sud le massif métamorphique de la Grande Kabylie. Il a la forme d'un arc de cercle ouvert vers le nord. Par la hardiesse de son relief et malgré son altitude relativement faible (2 308 m) le Djurdjura mérite de figurer parmi les hautes montagnes nord-africaines; nous le verrons, cette opinion est entièrement confirmée sur le plan floristique.

Très complexe sur le plan géologique ce petit massif est toutefois à peu près complètement constitué de sédiments calcaires, sur les crêtes affleurent partout les dolomies du Lias inférieur.

Le Djurdjura peut être divisé au point de vue géographique en trois parties :

— à l'ouest : le massif de l'Haïzer (2 164 m) culminant par un dôme dolomitique où les phénomènes karstiques atteignent une prodigieuse ampleur;

— au centre : le massif de l'Akouker (2 305 m) au relief singulièrement escarpé;

— à l'est : Le Tamgout de Lalla Khedidja, point culminant de la chaîne, dresse à 2 308 m sa pyramide presque parfaite de calcaires en dalle du Lias supérieur.

## LES AURÈS

Les monts de l'Aurès qui se dressent au nord-est de Biskra appartiennent au système de l'Atlas saharien dont ils représentent le massif le plus élevé.

Ils sont constitués par une série de plis parallèles orientés S. O. - N. E, s'étendant sur une soixantaine de kilomètres. Le relief de ce massif est très lourd, les sommets sont constitués par des dômes arrondis où l'étage asylvatique existe tout à peine.

Du point de vue géologique toutes les hautes crêtes sont constituées de sédiments crétacés où dominent les formations gréseuses.

Il est possible de distinguer trois plis principaux :

— le pli du J. Mahmel (2 321 m) situé entre la trouée d'El Kantara et la vallée de l'Oued Abdi;

— le pli du J. Cheliah (2 328 m) entre la vallée de l'Oued Abdi et celle de l'Oued El Abiod;

— le pli du J. Aidel (2 177 m) et du Rass Fourar, entre la vallée de l'Oued El Abiod et celle de l'Oued El Arab.

## LES DONNÉES PALÉOGÉOGRAPHIQUES

Il est indispensable, pour se faire une idée de l'origine et dater la mise en place de la flore orophile nord-africaine, de connaître, dans la mesure du possible, l'histoire géographique des hautes montagnes nord-africaines.

Ceci est d'autant plus nécessaire, qu'à la lueur des travaux récents des géographes et des géologues, il a été nécessaire de modifier très nettement les hypothèses émises à ce sujet.

D'après Dresch (1941) « les plissements qui ont donné naissance à la chaîne atlasique ont débuté à la fin du Crétacé, mais les plissements atlasiques les plus violents sont postérieurs à l'Eonummulitique et antérieurs au dépôt de l'Oligo-Miocène ». C'est dire que l'origénie atlasique peut être rapportée à la phase des plissements pyrénéens. Ces conclusions sont également adoptées par Raynal (1952) à propos des chaînons plissés du Moyen Atlas oriental.

Mais, malgré une phase orogénique moins intense sans doute contemporaine de la surrection des Alpes, la région atlasique subit pendant toute la période tertiaire une intense érosion, d'ailleurs, la surrection tertiaire atlasique intéresse non seulement la chaîne actuelle, mais aussi toutes les régions avoisinantes de sorte que, encore selon J. Dresch, « le massif de l'Atlas ne s'est opposé que tardivement aux plaines environnantes ».

L'érosion oligo-miocène de la chaîne tertiaire dut revêtir une importance considérable, puisqu'elle a abouti, semble-t-il, à un nivellement presque absolu de la chaîne. Des vallées principales avaient atteint jusqu'à leur sommet, une pente voisine du profil d'équilibre. Ce sont ces vallées fossiles tertiaires, aujourd'hui suspendues qui se retrouvent dans les hautes vallées du n Fiss, de la Tessaout, des Aït Bou-Guemnez. La surface d'érosion pliocène est d'ailleurs encore visible sur beaucoup de sommets.

Ce nivellement atlasique fut si intense, qu'à la suite d'une argumentation qui sort du cadre de ce travail, Bourcat (1936) considère qu'au Pliocène, l'Atlas n'existait pas et que le Maroc était un pays sans relief. Dresch (*loc. cit.*, p. 488) fait justement encore remarquer « qu'il faudrait admettre dans ces conditions non que l'Atlas n'existait pas, mais qu'il n'existait plus ou avait été réduit à une pénéplaine, voire à une plaine d'érosion ». Sans souscrire entièrement à ces conclusions, comme semble le confirmer (Dresch, *loc. cit.*) l'existence dans l'Atlas central de sédiments pliocènes témoins de l'érosion de la chaîne centrale, il n'en est pas moins vrai que l'Atlas avait cessé à peu près complètement d'exister en tant que haute montagne. Sur le Haut et le

Moyen Atlas oriental, la présence de sédiments pliocènes jusqu'à plus de 2 800 m d'altitude (RAYNAL) apporte un argument de plus en faveur de cette hypothèse.

A la fin du Tertiaire, les Atlas marocains, ne constituaient plus qu'une chaîne vieillie, aux reliefs très mous avec des vallées peu encaissées ayant à peu près atteint leur profil d'équilibre. Étant donnée la nature des sédiments, l'absence complète de phénomènes périglaciaires, il est difficile d'admettre que la chaîne atlasique, sauf peut-être en quelques points, dépassait au début du Pliocène l'altitude de 1 800 m (RAYNAL).

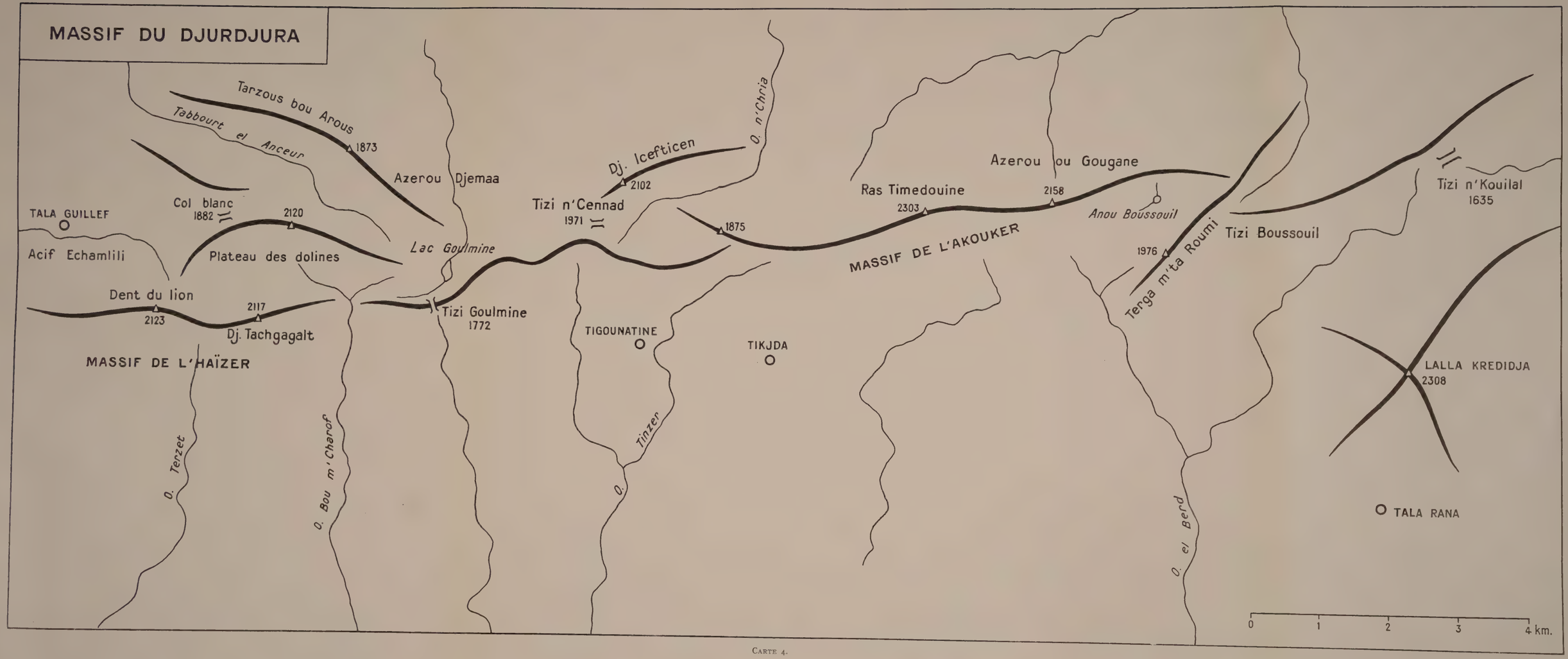
La dernière surrection atlasique qui a porté les vestiges de la vieille chaîne à une altitude partout supérieure à 3 000 m et dépassant même parfois les 4 000 m doit être rapportée au Pliocène et plus probablement au Pliocène inférieur. Cette surrection pliocène est en effet indiscutable; des vestiges de l'érosion plio-miocène se retrouvent en effet souvent redressées à la verticale, un peu partout sur les Atlas et parfois à des altitudes atteignant 3 000 m. Il s'agit d'ailleurs d'une surrection massive, tabulaire ayant entraîné le matériel ancien aux altitudes considérables, où il se trouve encore aujourd'hui; aucun pli important n'a été mis en évidence; un jeu de failles successives a établi le contact avec les zones de piedmont qui n'ont sensiblement pas bougé, mais dont l'instabilité pendant tout le Quaternaire s'est manifestée surtout dans la partie orientale de la chaîne, par des plissements très réduits, mais indiscutables dont quelques-uns sont postérieurs aux glaciations.

C'est donc un Atlas marocain rénové depuis peu, atteignant une altitude considérable, qui se dressait à la fin du Tertiaire, lorsque sont survenues les grandes périodes pluviales.

La connaissance de ces faits revêt la plus haute importance dans un essai d'interprétation de l'origine de la flore asiatique.

Le nivellement quasi complet de l'édifice atlasique tertiaire durant les quelques quarante millions d'années séparant l'orogénie pré-oligocène du rajeunissement pliocène a certainement amené de considérables perturbations dans la constitution de la flore orophile de cette chaîne. Nous voulons ici seulement souligner ce fait trop important et trop méconnu à notre avis et sur lequel nous aurons l'occasion de revenir.

L'histoire paléogéographique des hautes montagnes de Numidie offre des faits sensiblement analogues; le Djurdjura par exemple (cf. Flandrin, 1952) offre lui aussi les vestiges de phases orogéniques pyrénéennes et alpiennes, mais le relief actuel, extrêmement jeune de cette chaîne, est la conséquence de mouvements épeirogéniques pliocènes et quaternaires.


MASSIF DU DJURDJURA
Tarzous bou Arous
Tabbourt el Anceur
1873
Azerou Djemaa
Col blanc
1882
2120
TALA GUILLEF
Acif Echamlili
Plateau des dolines
Lac Goulmine
Dent du lion
2123
2117
Dj. Tachgagalt
MASSIF DE L'HAÏZER
Tizi Goulmine
1772
Dj. Icefticen
2102
Tizi n'Cennad
1971
O. n'Chria
1875
TIGOUNATINE
TIKJDA
Azerou ou Gougane
Ras Timedouine
2303
2158
MASSIF DE L'AKOUKER
Anou Boussouil
1976
Tizi Boussouil
Tizi n'Kouilal
1635
Terga m'ta Roumi
LALLA KREDIDJA
2308
TALA RANA
O. Tenzet
O. Bou m'Charof
O. Tinzer
O. el Berd
0 1 2 3 4 km.

Carte 4.

## LES FACTEURS CLIMATIQUES

### 1° LA TEMPÉRATURE

Les documents précis sur les températures des hautes montagnes nord-africaines sont rares et fragmentaires. A la lumière des observations déjà publiées, il est toutefois possible de se faire une idée relativement exacte des facteurs thermiques régissant la vie végétale sur ses sommets.

Bidault et Debrach (1942) fournissent pour le massif du Toubkal les chiffres suivants (versant nord.).

| ALTITUDE | MOYENNES ANNUELLES | MOYENNES DE JUILLET | MOYENNES DE JANVIER |
|---|---|---|---|
| 1 000 m | 15,5 | 27,0 | 9,0 |
| 1 500 m | 13,5 | 24,5 | 7,0 |
| 2 000 m | 11,5 | 22,0 | 4,5 |
| 2 500 m | 9,0 | 20,0 | 2,5 |
| 3 000 m | 7,0 | 17,5 | 0,5 |
| 3 500 m | 5,0 | 15,0 | — 1,5 |
| 4 000 m | 3,0 | 1,30 | — 3,0 |

Nos observations confirment en général ces chiffres; mais sur les autres sommets du Haut et du Moyen Atlas, et en particulier sur les portions calcaires, où les influences océaniques arrivent à peine, on observe des valeurs assez différentes; la continentalité abaisse en particulier considérablement les minima; malheureusement ici les chiffres font à peu près totalement défaut.

Nous avons toutefois réussi à rassembler quelques résultats :

| | MOYENNES DES MAXIMA | MOYENNES DES MINIMA | MOYENNES |
|---|---|---|---|
| J. Rhat, juillet (10 mesures) 3 000 m . . . . . | 22° | 10° | 16° |
| J. Ayachi, août (10 mesures) 3 000 m . . . . . | 21°5 | 9° | 15°5 |

Sur les chaînons orientaux du Moyen Atlas, les documents manquent totalement, mais les chiffres doivent être encore nettement plus faibles que sur le Haut Atlas; la moyenne des minima de juillet ne doit pas excéder 7° à 3 000 m.

Les températures maxima estivales, comme le faisaient déjà remarquer les auteurs précités, sont extrêmement variables. Les chiffres relevés dépendent, en effet, considérablement d'autres facteurs météorologiques, vent et nébulosité avant tout. Par des journées entièrement ensoleillées, les chiffres de 25° ne sont pas exceptionnels à 3 000 m d'altitude. Les minima estivales sont au contraire relativement stables : entre 2 800 et 3 200 m, nous avons rarement observé des chiffres inférieurs à 9° sur le Toubkal, 8° sur le Rhat et 6°5 sur l'Ayachi.

Il est bien évident que ces chiffres n'ont qu'une valeur très générale, suivant les micro-climats locaux ils peuvent subir des modifications considérables; c'est ainsi que nous avons vu en juin 1952 des températures inférieures à 0° sur les pozzines du J. Tichka.

D'ailleurs l'analyse sommaire des facteurs micro-climatiques sera faite avec l'étude des groupements végétaux (cf. infra).

Pour les maxima et les minima hivernaux nous sommes également obligés de nous rapporter aux travaux de DEBRACH et BIDAULT qui indiquent sur le Toubkal (3 000 m) une moyenne de minima voisins de — 5°, les minima absolus pouvant descendre au-dessous de — 20°; les maxima moyens hivernaux se situent aux environs de + 2°.

Il est intéressant de constater que d'une manière assez générale, la végétation oro-méditerranéenne et les phénomènes périglaciaires actuels débutent à une altitude correspondant sensiblement à celle de la moyenne des minima du mois le plus froid atteint — 4°.

## 2° LE RAYONNEMENT

Les valeurs de la radiation solaire sont élevées sur les hautes montagnes nord-africaines. Toutefois, si l'on en juge par les chiffres fournis par DEBRACH, elles ne semblent pas différer sensiblement de celles qui sont déjà connues de divers systèmes orographiques.

Cet auteur fournit en effet les valeurs suivantes :

| | I. MESURÉE | I. RÉDUITE |
|---|---|---|
| Toubkal, au Tizi n'Ouanoune, à 3 600 m . . . . . | 1,61 cal. | 1,66 cal. |
| Arrend, 2 100 m . . . . . | 1,58 cal. | 1,62 cal. |

Ces chiffres sont sensiblement analogues à ceux qu'a obtenus P. CHOUARD dans le massif du Néouvielle à 1 850 m; ils sont également superposables à ceux que cet auteur signale des Alpes suisses et françaises, ainsi que des montagnes de l'Amérique du Nord.

Comme le fait remarquer LACOMBES *(loc. cit.)* il y a bien peu de différences d'intensité lumineuse entre 1 200 et 7 000 m et d'un massif montagneux à un autre; le rôle du rayonnement solaire ne paraît donc jouer qu'un rôle accessoire dans le déterminisme du peuplement végétal des hautes montagnes nord-africaines.

## 3° LA NÉBULOSITÉ

Pendant la belle saison, période d'activité pour la végétation, la nébulosité est très faible. Nous sommes restés parfois plus de quinze jours durant les mois de juillet et d'août sans apercevoir le moindre nuage. Par contre, jusqu'au mois de juin, les fins d'après-midi sont très souvent obscurcies par d'épaisses nuées, mais les précipitations sont rares ou insignifiantes. Après le 15 août débute la période des orages d'automne; ils surviennent en général, tous les cinq ou six jours vers le début de l'après-midi et s'accompagnent d'importantes précipitations, mais ne durent pas, et le beau temps se rétablit vite.

## 4° L'HUMIDITÉ ATMOSPHÉRIQUE

Un des caractères essentiels du climat des montagnes nord-africaines est certainement constitué par les écarts énormes et brutaux que subit au cours de la journée, la valeur de l'humidité atmosphérique. Gaussen a déjà fait remarquer ce fait à propos des Pyrénées (observations faites au Pic du Midi de Bigorre, Lascombes 1954). Sur le Haut Atlas en particulier, les variations

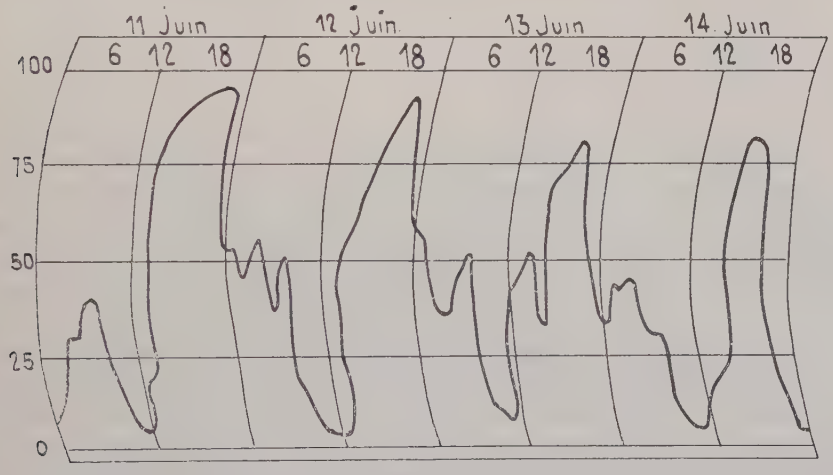



Fig. 1.

observées présentent une amplitude encore plus grande, il est très fréquent que dans la journée, les chiffres observés varient entre 0 et 100 % d'humidité relative. Ces constatations sont particulièrement visibles sur la figure 3 du travail de M. C. Saint-Girons (1954) représentant les variations de l'état hygrométrique de l'air (hygromètre enregistreur sous abris) au mois de juin, dans la vallée des Aït Mizane à 2 100 m d'altitude. Nous reproduisons ci-dessous cette figure (fig. 1).

Il ne faut cependant pas perdre de vue (cf. Szymkiewicz 1923) (1) que si en montagne européenne le climat est sec pour l'homme, pour les végétaux, au contraire, en raison de la faiblesse des phénomènes de transpiration, il est loin de présenter le même caractère. Mais, comme le fait encore remarquer cet auteur, sur les montagnes arides de l'Asie centrale, climatiquement affine de l'Atlas marocain, en raison des valeurs très faible de la tension de vapeur. La sécheresse devient effective également pour les végétaux.

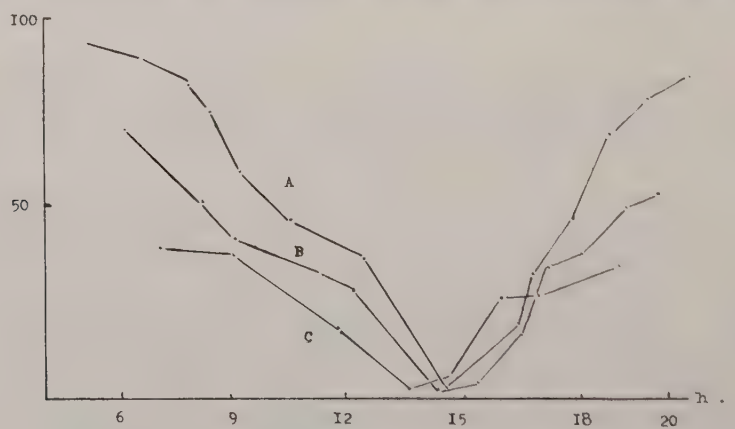
Cette courbe, ainsi d'ailleurs que celle que nous avons établie à propos du micro-climat de plusieurs des groupements végétaux étudiés plus loin, et qui sont toutes du même type, est intéressante à considérer pour diverses raisons :

— elle montre tout d'abord l'amplitude exceptionnelle des variations de l'état hygrométrique de l'atmosphère;

— elle présente toujours un maxima oscillant entre 80 et 100 % d'humidité relative aux environs de 19 heures; les valeurs se stabilisent ensuite durant toute la nuit aux alentours de 50 %;

— dans la journée au contraire, après le lever du soleil, les valeurs diminuent rapidement, atteignent un minimum aux environs de 12 heures pour augmenter ensuite rapidement.

De même, d'une façon très générale, les chiffres d'humidité relative diminuent nettement avec l'altitude. Ceci est particulièrement net dans le




Graphique 1.

graphique nº 1, où figurent côte à côte, les courbes de variations journalières de l'état hygrométrique de l'atmosphère dans les stations suivantes :

A — Massif du Toubkal, 2 100 m garrigue montagnarde à *Adenocarpus anagyrifolius* (moyenne de 5 mesures, juillet 1953);

B — Massif du Toubkal, 3 200 m, garrigue à xérophytes épineux (moyenne de 5 mesures, juillet 1953);

C — Massif du Toubkal, 3 900 m, éboulis culminaux (moyenne de 2 mesures, juillet 1953).

(1) Szymkiewicz (D.). Études climatologiques. *Acta Soc. Bot. Poloniae I*, Nº 4, 1923.

Il est bien évident, que dans ce chapitre, nous n'avons fait état que de résultats obtenus dans des milieux correspondant du point de vue phytosociologiques à des climax climatiques (cf. p. 328) c'est-à-dire échappant entièrement à des facteurs micro-climatiques locaux, tels que la présence d'un suintement, d'un ruisseau, d'obstacles à l'ensoleillement, la proximité d'une falaise rocheuse, qui sont susceptibles par leur présence d'entraîner des modifications très importantes dans les variations journalières de l'état hygrométrique de l'atmosphère.

## 5° LES PRÉCIPITATIONS

Nous manquons de données d'une façon à peu près complète sur la pluviosité des hautes montagnes nord-africaines. Aucune station météorologique n'existe en effet sur ces sommets, et les quelques résultats fournis par les pluviomètres sont trop fragmentaires, trop réduits et trop discutables, surtout en raison des chutes de neige et de l'intensité des vents, pour entraîner la conviction. C'est donc en réalité à des extrapolations qu'il faut avoir recours si l'on veut se faire une idée de la pluviosité de ces montagnes. Emberger et Maire (1934) fournissent un aperçu de la pluviosité des montagnes marocaines, aperçu qui dans ses grandes lignes est encore valable aujourd'hui. Ces auteurs, indiquent en gros les valeurs suivantes :

| | |
|---|---|
| Bou Iblane-Bou Naceur | 800 mm. |
| Haut Atlas oriental | 600-700 mm. |
| Haut Atlas central | 700 mm. |
| Haut Atlas occidental | 600 mm. |

Ces chiffres n'ont bien entendu qu'une valeur relative, en particulier la pluviosité varie d'une façon considérable avec l'altitude; les valeurs les plus élevées sont rencontrées aux environs de 2 800 m, la diminution de la pluviosité au-dessus de 3 000 m a déjà été signalée par de nombreux auteurs sur la Haut Atlas (1), l'étude micro-climatique des associations poursuivie plus loin confirme d'ailleurs cette façon de voir.

Sur les hautes montagnes d'Algérie, les documents ne sont pas plus nombreux. Gaussen, dans sa carte de la pluviométrie en Algérie indique les chiffres suivants : Djurdjura, plus de 2 000 mm sur les crêtes; Aurès, 900-1 000 mm sur les sommets.

Partout, le rythme des pluies est de type méditerranéen; les mois les plus arrosés paraissent être septembre-octobre d'une part; janvier-février d'autre part; la durée de la saison sèche estivale est variable suivant les massifs (cf. p. 194) mais elle atteint toujours au minimum trois mois.

La répartition de quelques espèces de chaméphytes est, par ailleurs, susceptible de fournir d'intéressantes précisions sur la pluviosité moyenne des divers massifs montagneux nord-africains. En effet, si l'on considère en particulier

(1) Cf. en particulier Emberger.

les xérophytes en coussinets qui sont un des éléments les plus caractéristiques de la flore altimontaine nord-africaine, il est aisé de se rendre compte que leur localisation est très loin d'être uniforme. Si quelques-uns d'entre eux : *Alyssum spinosum, Arenaria pungens* en particulier paraissent avoir leur aire de distribution régie avant tout par les facteurs thermiques, les autres au contraire, comme l'on peut s'en rendre compte d'après leur aire de répartition dans des régions dont les précipitations ont été mesurées, constituent des réactifs de choix vis-à-vis de la pluviométrie.

Nous nous sommes limités dans cette enquête, aux espèces suivantes : *Bupleurum spinosum, Astragalus* sous-frutescents divers, *Erinacea pungens, Cytisus Balansae, Vella Mairei, Juniperus communis* var. *hemispherica*.

A partir des données connues en Afrique du Nord, et par extrapolation, il est possible d'établir comme suit, les exigences à l'égard de la pluviosité des espèces précédentes :

— *Bupleurum spinosum, Astragalus* divers : Pluviométrie annuelle comprise entre 600 et 1 800 mm;

— *Erinacea pungens* et *Cytisus Balansae* : Pluviométrie annuelle comprise entre 500 et 1 000 mm;

— *Pseudocytisus (Vella) Mairei* : Pluviométrie annuelle comprise entre 600 et 800 mm;

— *Juniperus communis* var. *hemispherica* : Pluviométrie annuelle supérieure à 1 000 mm.

Connaissant ces chiffres, il est possible de se faire une idée assez précise de la pluviosité d'un massif montagneux donné en Afrique du Nord, par le simple examen des principaux chaméphytes qui s'y rencontrent.

A titre d'exemple, nous avons essayé, de préciser la pluviométrie de quelques-uns des massifs montagneux nord-africains :

— sur le Djurdjura, où se rencontrent côte à côte *Juniperus* et *Bupleurum*, la pluviosité est supérieure à 1 200 m, sauf sur le revers sud, aux environs de 1 600 m où elle ne dépasse pas 1 000 mm (présence d'*Erinacea*). Ces chiffres concordent avec ceux qui ont été établis par les postes météorologiques;

— sur l'Aurès, dans la zone des xérophytes épineux, se rencontrent *Erinacea, Bupleurum* et *Juniperus;* la pluviosité est donc sensiblement inférieure à 1 000 mm (chiffres confirmés par la météo);

— sur le Moyen Atlas (Bou Iblane), le flanc nord est colonisé par *Bupleurum* et *Juniperus : P.* > 1 000 mm; sur le flanc sud, se rencontrent en plus *Erinacea* et *Cytisus* : P. ≠ 900 mm;

— sur le Moyen Atlas (Bou Naceur), le flanc nord est colonisé par *Bupleurum* et *Juniperus* : P. ≠ 900 mm. Sur le flanc sud au-dessus de 2 500 m, apparaît *Vella Mairei*, alors que *Juniperus* disparaît à peu près totalement : P. ≠ 700 mm. Au-dessus de 2 500 m, *Vella* ne se rencontre plus : P. < 600 mm;

— sur le Haut Atlas (Ayachi), flanc nord : entre 2 000 et 2 500 m présence de *Erinacea, Bupleurum* et *Juniperus* : P. ≠ 900 mm; entre 2 500 et 3 500 m, présence de *Bupleurum, Erinacea* et *Vella* : P. ≠ 700 mm; au-dessus de 3 300 m, disparition progressive de toutes ces espèces; diminution de la pluviométrie qui ne doit pas dépasser 500 mm. Sur le flanc sud, apparaît la même

zonation mais, au-dessus de 2 600 m existent seulement *Bupleurum* et *Erinacea* : P. < 600 mm;

— sur le Haut Altas (m'Goun), la zonation altitudinale des espèces, et par conséquent les variations de la pluviométrie qu'on en déduira, sont sensiblement les mêmes que sur le versant méridional de l'Ayachi;

— sur le flanc saharien du Haut Atlas (m'Korn) il est possible de penser que la pluviométrie est la suivante : partout au-dessus de 2 500 m, présence d'*Erinacea* et *Cytisus* : P. = 500 mm, sauf sur le flanc nord entre 2 600 et 2 800 m où apparaît faiblement *Bupleurum* : P. # 600 mm.

Sur le Haut Atlas éruptif, l'absence pour des raisons édaphiques de *Vella*, rend l'appréciation des précipitations par des critères floristiques, nettement plus délicate; diverses espèces paraissent néanmoins avoir des exigences analogues, tel est le cas, en particulier, pour *Eryngium Bourgati*. De toute façon, la pluviosité du Haut Atlas éruptif, ne dépasse pas 800 mm; cette valeur étant atteinte en général aux environs de 2 800 m. Toutefois, il est possible que quelques points particulièrement favorisés : Guedrouz, flanc nord du Gourza en particulier. accusent localement une pluviosité de l'ordre du mètre.

De même, l'absence du Genévrier thurifère sur le Haut Atlas occidental indique certainement une pluviométrie élevée, et sans doute supérieure à 900 mm, valeur que le Thurifère ne semble pas dépasser en Afrique du Nord. Ainsi d'ailleurs peut s'expliquer l'absence de cette essence sur le Djurdjura, le Rif et la Cordillère Bétique.

Voici donc quels sont, d'une façon très schématique, les résultats que fournit à propos de la pluviométrie, une analyse sommaire du cortège floristique des groupements végétaux traduisant l'équilibre de la végétation avec les facteurs climatiques généraux. Certes, il est bien évident qu'il ne saurait s'agir là que de valeurs approximatives; bien d'autres facteurs écologiques et avant tout, les facteurs thermique et édaphique, jouent un rôle important dans la localisation des espèces végétales. Toutefois, il n'était pas sans intérêt de signaler ces conclusions, établies d'après les constatations effectuées un peu partout sur les sommets de l'Afrique au cours de ces cinq dernières années, et appuyées sur quelques observations météorologiques, malheureusement trop rares. D'ailleurs, des chiffres analogues sont fournis actuellement par les géomorphologistes, à partir des phénomènes périglaciaires et de solifluxions, dont les rapports étroits avec la mise en place des végétaux seront signalés plus loin.

## 6° L'ENNEIGEMENT

La neige offre sur le Haut Atlas une importance considérable. L'enneigement débute en général en octobre sur ce massif, et se poursuit d'une façon plus ou moins ininterrompue jusqu'au mois de mai. L'enneigement est extrêmement variable d'une année à l'autre, parfois les hautes chaînes atlasiques restent dépourvues de neige jusqu'à Noël; assez souvent également, une fonte partielle a lieu au début du mois de janvier. Toutefois, d'une façon générale, il

est possible de dire avec BIDAULT et DEBRACH, que l'enneigement sur le Haut Atlas, au-dessus de 2 500 m, est de cinq mois en moyenne. L'épaisseur de la neige, sauf dans des congères ou des ravins, n'est jamais très grande, les hauteurs de 1 m, 1,50 m sont rarement dépassées. Sur le Moyen Atlas oriental, l'enneigement est nettement plus régulier, la hauteur de la couche de neige dépasse fréquemment 2 m sur le flanc nord du Bou Iblane.

La durée de l'enneigement est d'ailleurs extrêmement variable dans une même station en raison des différences d'exposition et d'inclinaison. Sur le flanc nord du Tazerharht par exemple, les falaises rocheuses sont toute l'année exposées aux intempéries, alors la neige persiste toute l'année dans des crevasses et des couloirs étroits.

Sur le Djurdjura, la neige persiste sur les sommets depuis le mois de novembre jusqu'à la fin mai. L'intensité des précipitations sur cette chaîne, détermine souvent des épaisseurs de neige considérables atteignant parfois plus de 4 m. La persistance tout l'été sur ce massif de trous à neige, est d'ailleurs hautement significative et rendue possible uniquement par l'intensité des chutes hivernales. Sur l'Aurès, par contre, l'enneigement est très irrégulier; il ne débute guère que vers la fin novembre et se poursuit suivant les années jusqu'au mois de mars ou d'avril; il n'est pas rare toutefois que, même en plein hiver, des coups de Chergui déterminent une fonte à peu près totale.

***

## LE CLIMAT DES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

Définir le climat des hautes montagnes nord-africaines est une tâche bien délicate; en l'absence de documents précis et de séries d'observations, on en est réduit le plus souvent à des extrapolations ou à des généralisations à partir de résultats fragmentaires dont la valeur n'est souvent pas exempte de toute critique.

De toute façon, trois caractères principaux nous paraissent susceptibles de caractériser sur le plan climatique, les hautes montagnes d'Afrique du Nord Ce sont :

— la sécheresse estivale;

— le froid hivernal;

— les écarts nycthéméraux de température.

### 1. *La sécheresse estivale.*

A elle seule elle peut conditionner le développement d'une végétation de type méditerranéen; en effet, la présence de un ou plusieurs mois secs au cours

de l'été, et ceci quelle que soit la définition que l'on puisse donner de la sécheresse, est un des caractères les plus importants du climat méditerranéen.

L'appréciation de la sécheresse, ici estivale, a donné lieu à l'établissement de divers indices, nous ne pouvons les citer tous.

— *L'indice de* P. Birot :

$$im = P \times \frac{J}{T}$$

P = précipitation mensuelle
J = nombre mensuel de jours de pluie
T = Température mensuelle moyenne

pour lequel tout mois dont l'indice im est inférieur à 10 est considéré comme aride.

— *L'indice de sécheresse estivale d'Emberger :*

$$Q' = \frac{Pe}{M}$$

Pe = pluviosité estivale
M = Moyenne des maxima du mois le plus chaud.

pour cet auteur, est réputé méditerranéen du point de vue phytogéographique, toute portion du territoire français soumis au régime pluviométrique méditerranéen et dont la sécheresse estivale exprimée par Q' ou $\frac{Pe}{M}$ est au maximum égale à 7, avec $Pe < 30$ mm.

Pour Gaussen enfin, « un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés centigrades : $P \leqslant 2\,T$.

Il n'est pas dans notre dessein de discuter ici du mérite respectif de ces divers indices qui donnent d'ailleurs des résultats sensiblement analogues; le seul fait important est pour nous l'existence sur les montagnes méditerranéennes nord-africaines d'une période de sécheresse estivale.

L'appréciation exacte de la durée de cette période de sécheresse estivale en montagne, à l'heure actuelle, en l'absence de données précises, est malheureusement impossible.

Elle ne semble pas excéder trois mois sur le Djurdjura et les chaînons orientaux du Moyen Atlas.

Elle paraît atteindre quatre mois sur le Haut Atlas de Midelt et du plateau des lacs, et sur l'Aurès.

Elle doit durer cinq mois sur le restant de la chaîne mégalatlasique et le Siroua.

Toutefois, il faut dès à présent insister sur le fait que certaines stations : bord de ruisseaux, pozzines, roches, échappent totalement sur les Atlas à l'influence de cette période sèche estivale. Ces biotopes, du point de vue écologique, ne sont pas méditerranéens et, en conséquence, leur flore accuse elle aussi une tendance marquée à voir prédominer les types eurasiatiques. Dès à présent, et sur cette simple constatation, il est possible de signaler les différences fondamentales qu'accuse la végétation soumise aux influences climatiques générales et celle qui lui échappe à la faveur de micro-climats locaux.

2. ***Le froid hivernal.***

C'est également un des facteurs essentiels dans l'individualisation de la végétation oro-méditerranéenne. Toutefois, il s'agit là plutôt d'un facteur limitatif excluant par sa présence de nombreuses espèces fréquentes à plus basse altitude, mais ne suffisant pas à lui seul pour déterminer le type de végétation étudié ici.

Le froid hivernal toutefois paraît jouer un rôle de premier plan dans la limitation de la zone de végétation oro-méditerranéenne : en effet, comme il a été précisé, cette zone se caractérise par l'existence au niveau de son substrat de phénomènes de gélivation et de solifluxion assez spéciaux, groupés aujourd'hui sous le terme de phénomènes périglaciaires. L'existence de ces phénomènes est sous l'étroite dépendance du froid hivernal et paraît nécessiter pour apparaître avec une netteté suffisante, l'existence d'un hiver froid pendant lequel la moyenne des minima descend sensiblement au-dessous de — 4° centigrades.

C'est donc surtout d'une façon indirecte et par l'intermédiaire des facteurs édaphiques que le froid hivernal peut jouer un rôle important dans l'individualisation et la limitation d'un étage de végétation oro-méditerranéen.

Pour Emberger (1930) les hautes montagnes d'Afrique du Nord sont caractérisées par un type climatique spécial « le climat méditerranéen de haute montagne » caractérisé essentiellement par de faibles températures hivernales.

Birot et Dresch (1953) parlent à ce même propos d'étage « super-méditerranéen » caractérisé par le froid hivernal et la sécheresse estivale, mais ces auteurs n'indiquent pas d'une façon explicite l'appartenance de cet étage à la zone de climat méditerranéen.

Bagnouls et Gaussen (1953) excluent par contre du climat méditerranéen, qu'ils caractérisent par une saison hivernale peu rigoureuse et assez pluvieuse et une saison chaude et sèche, les pays à saison sèche et hiver froid. Le problème est donc, en réalité, de savoir si, sur les hautes montagnes nord-africaines, le facteur climatique prépondérant est la sécheresse estivale ou le froid hivernal.

Nous ne voulons pas discuter ici ce problème qui sort largement du cadre que nous nous sommes assigné. Toutefois, comme le modelé du relief révèle un aspect très spécial, identique à celui que l'on a coutume de rencontrer dans tout le pays méditerranéen, comme la population végétale des hautes montagnes nord-africaines est constituée dans sa quasi-totalité par des éléments floristiques indiscutablement méditerranéens, il nous a paru préférable de conserver la classification d'Emberger.

3. ***Les variations nycthémérales estivales de température.***

Un autre caractère climatique dont l'importance dans la discrimination floristique sur les hautes montagnes nord-africaines est prépondérant, est constitué par les variations nycthémérales que présente la courbe de températures pendant l'été.

A titre de comparaison nous avons figuré également sur ce schéma une analyse thermique effectuée par GUINOCHET (10, VIII,1938, vers 2 300 m) dans l'association à *Berardia lanuginosa* de la haute Tinée, qui par ses caractères édaphique et floristique présente quelque affinité avec les garrigues altimontaines atlasiques.

Les écarts thermiques sont plus accusés sur le Haut Atlas; les transitions sont plus brutales que sur les Alpes-maritimes. On comprend aisément que des variations quasi instantanées de température de l'ordre de 30°, ainsi que des oscillations journalières en général supérieures à 40° entraînent une sélection à outrance de la flore; bien peu d'espèces arrivent à supporter pareilles variations thermiques.

## SYNTHÈSE CLIMATIQUE

Il est intéressant de chercher à préciser la position qu'occupe le climat des hautes montagnes nord-africaines vis-à-vis des principaux autres types climatiques méditerranéens ou sub-méditerranéens sur un graphique où figurent

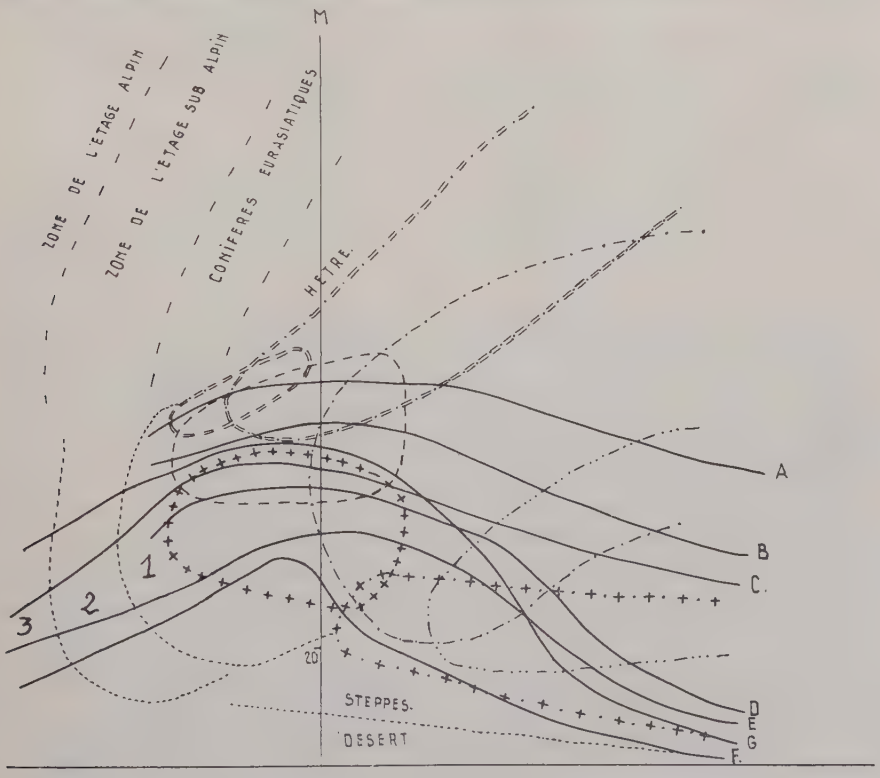



FIG. 2.

1. Limite de l'aire de projection de l'*Ormenion* et du *Festucion Algeriensis*; 2. *Arenarietum Pungentis*; 3. *Platycapnion*.

. = . = . = . = Chênes à feuilles caduques; = = = = = Sapins méditerranéens; ——— Cèdre; + + + + + Genevrier thurifère; — — — — Chêne vert; —. . .—. . .— Pin d'Alep et Callitris; . + . + . + . + Genevrier de Phénicie.

en abscisses la moyenne des minima du mois le plus froid et en ordonnées un coefficient faisant intervenir avant tout la pluviosité et la température.

Il est commode de choisir le coefficient pluviothermique d'EMBERGER qui a déjà été utilisé à des fins identiques, mais il va sans dire que d'autres coefficients et en particulier l'indice xérothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pourrait être retenu; le résultat obtenu étant d'ailleurs, pour une région assez limitée, sensiblement identique.

En se basant en particulier sur les résultats établis par EMBERGER (1930), BIROT et DRESCH (1953), il est possible d'établir le graphique ci-dessous permettant de situer d'une façon assez précise le climat des montagnes méditerranéennes.

Sur l'échelle des abscises, il débute, nous l'avons vu, aux environs de la valeur -4 et sur l'échelle des ordonnées, il est sensiblement compris entre les valeurs 20 et 90 de l'indice d'EMBERGER.

Un des intérêts majeurs de ce type de schéma est de permettre la mise en parallèle des différents étages climatiques méditerranéens avec l'aire de projection des diverses essences végétales caractéristiques de ces étages.

Ainsi, sur le graphique ci-dessus, et toujours en restant cantonné en Afrique du Nord :

— l'étage méditerranéen humide se superpose sensiblement à l'aire de projection graphique des Chênes à feuilles caduques et du Cèdre ou des Sapins méditerranéens, pour la variante climatique froide;

— l'étage méditerranéen sub-humide, répond surtout au Chêne vert.

– l'étage méditerranéen semi-aride correspond sensiblement à l'aire du Genévrier de Phénicie et du Genévrier thurifère pour la variante froide;

— l'étage méditerranéen aride peut s'assimiler à l'aire de projection de la steppe.

Certes, le schéma proposé ici est très incomplet, mais notre seul but est de situer l'étage méditerranéen de haute montagne ou oro-méditerranéen vis-à-vis des autres étages climatiques; comme il est aisé de s'en rendre compte, l'aire de projection graphique du climat des hauts sommets nord-africains, n'est que la continuation vers la zone des froids hivernaux croissants des divers types climatiques définis par EMBERGER (1942).

Même à l'intérieur du climat oro-méditerranéen, le froid et la sécheresse croissants permettent d'individualiser diverses zones qu'il est intéressant de superposer aux étages de végétation qui seraient décrits plus loin :

— une zone inférieure répondant à l'aire de distribution des alliances ONMENION et FESTUCION ALGERIENSIS;

— une zone moyenne représentant l'optimum des garrigues à xérophytes épineux (ARENARION PUNGENTIS);

— une zone supérieure correspondant au désert alpin culminal (PLATYCAPNION).

Cette interprétation graphique des zones climatiques atlasiques est également intéressante, car elle permet de rendre compte dans ses grandes lignes et, si bien entendu, l'on met de côté les micro-climats locaux, de l'étagement de la végétation sur les principales montagnes nord-africaines. Sur le schéma

ci-dessus ont été représentés la variation concomittante à l'altitude de la moyenne des minima hivernaux et du coefficient pluvio-thermique :

— Sur les Babors ou sur le Rif (courbe A) l'étage est le suivant :

| | |
|---|---|
| 1 — Médit. sub-humide. . . . | *Quercus ilex* ou *Q. suber.* |
| 2 — Médit. humide. . . . . | Chênes à feuilles caduques. |
| | Cèdres. |
| | Sapins méditerranéens. |

— Sur le Djurdjura (versant N.) (courbe B) :

| | |
|---|---|
| 1 — Médit. sub-humide. . . . | Chênes à feuilles persistantes. |
| 2 — Médit. humide. . . . . | Chênes à feuilles caduques. |
| | Cèdres. |
| 3 — Médit. de montagne . . . | *Festucion algeriensis.* |

— Sur le Moyen Atlas oriental (courbe C) et le Haut Atlas du Midelt :

| | |
|---|---|
| 1 — Médit. sub-humide. . . . | Chênes à feuilles persistantes. |
| 2 — Médit. humide . . . . . | Cèdres. |
| 3 — Médit. sub-humide, semi-aride froid . . . . . | Genévriers thurifères. |
| Médit. de montagne . . . . . | *Ormenion.* |
| | *Arenarion pungentis.* |
| | *Platycapnion.* |

— Sur l'Aurès (courbe D) :

| | |
|---|---|
| 1 — Médit. semi-aride . . . . | Pins d'Alep, Callitris. |
| 2 — Médit. sub-humide. . . . | Chêne vert. |
| 3 — Médit. humide . . . . . | Cèdres. |
| 4 — Médit. sub-humide, semi-aride froid . . . . . | Genévriers thurifères. |
| 5 — Médit. de montagne . . . | *Festucion algeriensis.* |

— Sur le Haut Atlas central (flanc N.), courbe E :

| | |
|---|---|
| 1 — Médit. aride . . . . . | Groupements pré-sahariens. |
| 2 — Médit. semi-aride . . . . | Pins d'Alep, Callitris, Genévriers de Phénicie. |
| 3 — Médit. sub-humide. . . . | Chêne vert |
| 4 — Médit. semi-aride froid. . | Genévrier thurifère. |
| 5 — Médit. de montagne avec ses trois sous-étages | |

— Sur le Haut Atlas du Dadès (flanc S.), courbe F :

| | |
|---|---|
| 1 — Médit. semi-aride doux. . | Genévrier de Phénicie. |
| 2 — Médit. semi-aride froid. . | Genévrier thurifère. |
| 3 — Médit. de montagne avec ses trois sous-étages. | |

— Sur le Haut Atlas occidental (courbe G) :

| | |
|---|---|
| 1 — Médit. aride . . . . . | Gommiers. |
| 2 — Médit. semi-aride . . . . | Genévrier de Phénicie, Callitris. |
| 3 — Médit. sub-humide. . . . | Chêne vert. |
| 4 — Médit. de montagne avec ses trois étages. | |

Comme il est aisé de s'en rendre compte, les solutions imposées par le climat à l'individualisation des étages de végétation sont très nombreuses et encore seulement quelques types ont été envisagés ici.

Quelques faits remarquables méritent toutefois d'être dégagés. De toute évidence, les chaînes sub-littorales méditerranéennes sont les plus arrosées et c'est seulement sur celles-ci que peuvent apparaître les sapins méditerranéens. Par contre, le Genévrier thurifère trop xérophile y fait défaut.

Le Cèdre manque sur presque tout le Haut Atlas, sans doute en raison du nombre trop élevé des mois secs (4 ou 5) (cf. EMBERGER).

Le Genévrier thurifère manque sur le Haut Atlas occidental en raison de la diminution des phénomènes de continentalité à proximité du rivage océanique (augmentation de la nébulosité, de la pluviosité, températures plus douces et plus uniformes) (cf. EMBERGER).

L'étage oro-méditerranéen est donc l'aboutissement consécutif à l'abaissement des températures de tous les étages bio-climatiques méditerranéens; il fait suite à une zone moins froide et plus humide en général, caractérisée par des conifères spéciaux à la région méditerranéenne : « zone de conifères supra-méditerranéens » de BORD et DRESCH. « Cupresseen-Gürtel », de E. SCHMID (1949) dont le caractère archaïque et résiduel n'est plus à souligner. Ce dernier auteur d'ailleurs, considère ce type de végétation comme les vestiges de la forêt de conifères qui prospérait encore en Europe à la fin du Pliocène (forêt à *Taxodium Sequoia, Cedrus, Cephalotaxus, Pseudotsuga,* etc.). Aussi, en bien des points, l'étage climatique oro-méditerranéen est-il secondaire à la disparition de la forêt de conifères « supra-méditerranéens » et, comme nous aurons l'occasion de le montrer, toute la zone de l'ORMENION en particulier, est consécutive à la déforestation.

L'étage oro-méditerranéen, est également très proche des steppes froides, largement représentées dans toute l'Afrique du Nord. D'ailleurs, sur le versant saharien du Haut Atlas, le passage de la végétation steppique à la végétation orophile se fait, en raison du télescopage des étages moins secs, presque sans transition. Cette constatation rend également compte des affinités floristiques indiscutables existant entre ces deux paysages botaniques.

L'étage oro-méditerranéen enfin, confine en Afrique du Nord, au moins virtuellement comme le montre la figure 2, avec les étages sub-alpins et alpins des montagnes européennes; il ne faudra donc pas s'étonner de retrouver à la faveur de micro-climats locaux différents éléments floristiques d'affinité européenne qui arrivent même parfois à occuper une place prépondérante dans le tapis végétal.

PREMIÈRE PARTIE

# LA FLORE
# DES HAUTES MONTAGNES
# NORD-AFRICAINES

*De même que sur les hautes montagnes d'Europe, il a été possible de distinguer un domaine floristique spécial, de même, les sommets des montagnes méditerranéennes doivent être rapportés, sur le plan floristique, à un domaine particulier : le domaine altimontain méditerranéen. En effet, la flore de l'Atlas ou de la Cordillière Bétique par exemple, offre une haute individualité vis-à-vis de celle qui colonise les régions sous-jacentes et qui s'inscrit dans le domaine méditerranéen. D'autre part, la flore oro-méditerranéenne ne présente que de très faibles affinités avec celle des hautes montagnes eurasiatiques.*

*L'individualisation d'un domaine floristique oro-méditerranéen occidental est rendu possible enfin par les analogies considérables que présentent dans leur peuplement végétal, les hautes montagnes de l'Afrique du Nord, de l'Espagne et de l'Italie médridionales, et des îles Tyrrhéniennes.*

*Aussi, dans la première partie de ce travail, était-il nécessaire d'analyser la population végétale des Atlas, pour en saisir à la fois, le haut degré d'individualité, et les caractères communs permettant de la mettre en parallèle avec la flore des autres sommets du pourtour méditerranéen occidental.*

***

*Dans un premier chapitre sera dressé le répertoire de la flore des hautes montagnes nord-africaines; les différentes espèces qui la constituent ont été groupées selon leurs affinités biogéographiques.*

*Ensuite dans un deuxième chapitre, seront établies sur le plan floristique, les diverses subdivisions biogéographique de l'ensemble des chaînes nord-africaines.*

# I. — RÉPERTOIRE DE LA FLORE DES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

La flore des hautes montagnes de l'Afrique du Nord est une flore relativement pauvre; elle n'excède pas 650 espèces et encore, dans ce chiffre, figure un nombre assez élevé, une centaine environ, de plantes qui se rencontrent également à des altitudes bien plus faibles.

Mais cette flore, relativement pauvre, est remarquable par sa richesse extrême en espèces endémiques. En effet, 160 espèces linnéennes sont spéciales aux hauts sommets du Maroc et 20 aux hauts sommets des montagnes de Numidie; l'étude de ces endémiques de valeur biogéographique très hétérogène sera entreprise plus loin.

Les autres espèces constituant la flore orophile nord-africaine peuvent se grouper en deux séries :

— les unes, les plus nombreuses, s'inscrivent dans des taxa méditerranéens;

— les autres, au contraire, plus ou moins isolées en Afrique du Nord, par leur aire de répartition, doivent être considérées comme appartenant au domaine floristique Eurasiatique.

## 1° LES ESPÈCES DE SOUCHE MÉDITERRANÉENNE

Elles représentent à elles seules la presque totalité de la population végétale des hautes montagnes nord-africaines.

Leur valeur biogéographique est d'ailleurs différente, et il est possible de les réunir en deux ensembles :

— un ensemble méditerranéen planitiaire ne jouant qu'un rôle accessoire dans l'édifice floristique de la région qui nous intéresse;

— un ensemble orophile méditerranéen.

### a) *Les espèces méditerranéennes de basse altitude s'élevant parfois en haute montagne.*

Peuvent pénétrer dans l'étage de haute montagne, une soixantaine d'espèces pour la plupart localisées à la limite inférieure de la zone altitudinale étudiée

ici. Nous n'entrerons pas dans le détail au sujet de la subdivision biogéographique de cet ensemble.

Les espèces les plus fréquentes qui lui appartiennent sont les suivantes :

*Ephedra major* Host.
*Stipa pennata* L.
*Stipa Lagascae* Roem et Schult.
*Avena bromoides* Gouan
*Melica ciliata* L.
*Melica cupani* Guss.
*Bromus madritensis* L.
*Bromus squarrosus* L.
*Juncus fontanesii* J. Gay
*Ornithogalum tenuifolium* Guss.
*Romulea Bulbocodium* (L.) Seb. et Mauri
*Paronychia argentea* (Pourr.) Lamk.
*Paronychia arabica* (L.) DC.
*Paronychia capitata* (L.) Lamk.
*Paronychia Kapela* (Hacq.) Kerner
*Herniaria glabra* L.
*Herniaria incana* Lamk.
*Spergularia flaccida* (Roxb) Asch.
*Buffonia tenuifolia* L.
*Dianthus caryophyllus* L.
*Ranunculus paludosus* Poir.
*Ranunculus millefoliatus* Vahl.
*Erucastrum laevigatum* (L.) P. E. Schulz
*Crambe hispanica* L.
*Lepidium hirtum* (L.) DC.
*Isatis tinctoria* L.
*Biscutella laevigata* L.
*Reseda luteola* L.
*Sedum dasyphyllum* L.
*Sedum sediforme* (Jacq.) Pau
*Ononis natrix* L.
*Ononis antiquorum* L.
*Ononis pusilla* L.
*Trifolium scabrum* L.
*Euphorbia nicaeensis* L.
*Helianthemum pilosum* (L.) Pers.
*Cuscuta planiflora* Ten.
*Convolvulus althaeoides* L.
*Cynoglossum cheirifolium* L.
*Anchusa undulata* L.
*Ajuga iva* (L.) Schreb.
*Teucrium Polium* L. mult. ssp.
*Crucianella angustifolia* L.
*Asperula hirta* Desf.

*Asperula cynanchica* L.
*Filago arvensis* L.
*Carduncellus pinnatus* (Desf.) DC.
*Tolpis barbata* (L.) Gaertner
*Hieracium pseudo-pilosella* Ten.

Parmi ces espèces, il en est cependant quelques-unes qui ont individualisé sur les hautes montagnes nord-africaines quelques types micro-endémiques remarquables. Tel est le cas pour les variétés et sous-espèces endémiques atlasiques suivantes :

*Stipa Lagascae* var. *Embergeri* Maire
*Urginea maritima* var. *maura* Maire
*Ranunculus paludosus* var. *leucothrix* (Ball.) Maire
*Erucastrum laevigatum* ssp. *microspermum* Maire et Weill.
*Erucastrum laevigatum* ssp. *elatum* (Ball.) Maire
*Lepidium hirtum* ssp. *altanticum* (Ball.) Maire
*Ononis antiquorum* var. *horrida* Murbeck
*Teucrium polium* ssp. *eu-polium* (L.) Briq. var. *atlanticum* Ball.
*Teucrium polium* ssp. *messanidum* Lit. et Maire
*Senecio lividus* var. *biennis* Humb.
*Senecio lividus* var. *pinguis* Ball.
*Carduncellus pinnatus* ssp. *lucens* Ball.
*Tolpis barbata* ssp. *Liouvillei* (Br.-Bl. et Maire) Lindb.

Il en est de même pour les plantes suivantes plus largement réparties sur les hautes montagnes nord-africaines :

*Juncus Fontanesii* ssp. *brachyanthus* Maire var. *melanocephalus* Trabut
*Paronychia argentea* ssp. *aurasiaca* (Webb.) Maire et Weiller
*Herniaria incana* ssp. *permixta* (Jah.) Maire
*Lepidium hirtum* ssp. *dhayense* (Munby) Thell. var. *afrum*
*Reseda luteola* ssp. *Biaui* (Pitard) Maire.

b) ***L'ensemble orophile méditerranéen.***

C'est lui qui joue le rôle essentiel dans le peuplement végétal des hautes montagnes nord-africaines; aussi mérite-t-il une étude plus approfondie.

En effet, s'il est possible de discerner dans la flore méditerranéenne, une série de sous-éléments floristiques répondant à des territoires biogéographiques déterminés (domaine méditerranéen occidental, domaine méditerranéen oriental par exemple), il est également possible d'établir des subdivisions répondant à des ensembles altitudinaux; cette façon de voir est d'ailleurs une nécessité. L'exemple du Cèdre ou des Sapins méditerranéens est de ce point de vue suffisamment éloquent.

Sans qu'il ne soit dans nos desseins ni d'établir ici les limites précises de la totalité du domaine des hautes montagnes méditerranéennes, ni de préciser la composition floristique du sous-élément caractéristique de ce domaine, il nous a paru utile de rappeler ces faits déjà signalés par de nombreux auteurs.

De toute façon les espèces appartenant au sous-élément orophile méditerranéen en Afrique du Nord au sens le plus large, sont bien représentées sur nos hautes montagnes, où l'on peut en citer une soixantaine :

*Alopecurus Gerardi* (All.) Will.
*Avena filifolia* Lag.
*Koeleria splendens* Presl.
*Eremopyron cristatum* (L.) Gaertn.
*Agropyrum panormitanum* Parl.
*Secale montanum* Gass.
*Orchis sulphurea* Link.
*Rumex tuberosus* L.
*Paronychia polygonifolia* (Vill.) DC.
*Carex nitida* Host
*Carex depressa* Link.
*Carex diluta* MB.
*Carex hordeistichos* Will.
*Buxus sempervirens* L.
*Cistus laurifolius* L.
*Helianthemum canum* (L.) Baumg.
*Linum austriacum* L.
*Viola Dehnhardti* Ten.
*Pimpinella tragium* Will.
*Scutellaria orientalis* L.
*Saxifraga pedemontana* All.
*Sorbus aria* (L.) Crantz
*Amelanchier ovalis* Medik.
*Potentilla caulescens* L.
*Iberis sempervirens* L.
*Aethionema saxatile* (L.) R. Br.
*Alyssum montanum* L.
*Alyssum alpestre* L.
*Draba lutescens* Foss.
*Erysimum Bocconei* (All.) Pen.
*Sedum rupestris* L.
*Sedum tenuifolium* Sibth. et Sm.
*Polycarpon polycarpoides* (Biv.) Zodda.
*Arenaria grandiflora* L.
*Dianthus Balbisii* Serv.
*Dianthus gaditanus* Boiss.
*Saponaria glutinosa* M. B.
*Ranunculus montanus* Willd.
*Ranunculus gramineus* L.
*Geum heterocarpum* Boiss.
*Rosa sicula* Trab.
*Prunus prostrata* Labill.
*Astragalus depressus* L.
*Sideritis montana* L.

*Hyssopus officinalis* L.
*Verbascum Boerhavii* L.
*Digitalis lutea* L.
*Anthemis montana* L.
*Centaurea Triumphetti* All.
*Hieracium amplexicaule* L.

Ici encore quelques types micro-endémiques orophiles doivent être signalés, ce sont :

— Sur les Atlas marocains :

*Carex diluta* ssp. *fissirostris* (Ball.) Maire et Weill.
*Aethionema saxatile* ssp. *ovalifolium* (DC.) Rouy et Fouc.
*Iberis sempervirens* var. *pseudo-saxatilis* Emb.
*Viola Denhnhardtii* var. *atlantica* Br.-Bl. et Maire
*Scutellaria orientalis* var. *demnatensis* (Coss.) Batt. var. *porphyrantha* Lit. et Maire
*Potentilla caulescens* var. *mesatlantica* Maire
*Hyssopus officinalis* var. *maroccanus* Coss.
*Digitalis lutea* ssp. et var. plur.

— Sur le Djurdjura :

*Aethionema saxatilis* ssp. *ovalifolium* var. *Thomasianum* (J. Gay) Thel.
*Erysimum Bocconei* var. *majus* Batt.
*Potentilla caulescens* var. *djurdjurae* Chabert (1).

— Sur l'Aurès :

*Aethionema saxatile* ssp. *eu-saxatile* Thell. var. *anadontonema* Maire.

***

Un très grand nombre d'espèces oro-méditerranéennes possèdent, par contre, des aires de distribution plus réduites.

Sur les montagnes nord-africaines il est possible de les réunir en 4 groupes principaux. Ce sont :

— *des orophytes méditerranéens spéciaux à l'ensemble du bassin occidental de la Méditerranée ;*

— *des orophytes méditerranéens spéciaux au bassin oriental de la Méditerranée ;*

— *des orophytes méditerranéens ibéro-mauritaniens,* c'est-à-dire communs aux montagnes méditerranéennes d'Espagne et du nord de l'Afrique;

— *des orophytes méditerranéens mauritaniens.*

Ces ensembles floristiques ne sont pas équivalents et nous aurons l'occasion à propos de chacun de préciser leur valeur biogéographique particulière. Leur distinction est toutefois commode et nous ne faisons en cela que reprendre la position de nos prédécesseurs (cf. en part. Maire 1924, p. 70).

(1) Aussi sur les Babors.

### a) Les Orophytes méditerranéens occidentaux.

Les orophytes méditerranéens présentant leur optimum de développement dans la portion occidentale du bassin sont nombreux sur les hauts sommets nord-africains : une quarantaine environ. Ce sont :

*Arenaria aggregata* (L.) Lois. (Sensu lato)
*Cerastium gibraltaricum* Boiss.
*Cerastium ramosissimum* Boiss.
*Minuartia mutabilis* (Lap.) Schinz et Thell.
*Anthyllis montana* L.
*Geranium cinereum* Cav.
*Erodium cheilanthifolium* Boiss.
*Linum suffruticosum* L.
*Rhamnus alpina* L.
*Hypericum hyssopifolium* Will.
*Helianthemum croceum* (Desf.) Pers.
*Astrocarpus sesamoides* (L.) Duby
*Sedum hirsutum* All.
*Ononis cenisia* L.
*Astragalus Boissieri* Fish.
*Vicia glauca* Presl.
*Thymelaea virgata* (Desf.) Endl.
*Daphne oleoides* Schreib.
*Statice plantaginea* All.
*Statice alliacea* Cav.
*Onosma fastigiatum* (Br.-Bl.) Lacaita
*Linaria heterophylla* Desf.
*Linaria origanifolia* (L.) DC.
*Scrofularia ramosissima* Lois.
*Veronica repens* DC.
*Erinus alpinus* L.
*Orobanche variegata* Walls.
*Plantago subulata* L.
*Kentranthus angustifolius* DC.
*Carduus macrocephalus* Desf.
*Serratula nudicaulis* (L.) DC.
*Crepis albida* Willd.
*Hieracium Lawsonii* Will.

Ici encore les types micro-endémiques sont fréquents :

*Arenia aggregata* ssp. *mauritanica* Batt. var. *eu-mauritanica* Maire
*Minuartia mutabilis* ssp. et var. plur.
*Sedum hirsutum* ssp. *baeticum* Rouy var. *Jahandiezii* Maire
*Linum suffruticosum* ssp. *eu-suffruticosum* Maire var. *matris-filiae* Emb. et Maire

*Thymelaea virgata* var. *Broussonetii* (Ball.) Maire
*Onosma fastigiatum* ssp. *mauritanicum* Maire (var. plur.)
*Scrofularia ramosissima* var. *macrorrhyncha* (Humb.) Lit. et Maire
*Erinus alpinus* var. *atlanticus* Batt.
*Kentranthus angustifolius* (ssp. et var. plur.)
*Serratula nudicaulis* (var. plur.)
*Hieracium Lawsonii* Willd. ssp. *flocciramum* Zahn var. *atlanticum* Maire et Zahn.

### b) Les Orophytes méditerranéens orientaux.

Ils sont beaucoup plus rares; on ne peut signaler sur l'Atlas que :

*Dasypirum villosum* (L.)
*Eremopyrum cristatum* (L.) Willk. et Lange
*Festuca Yvesii* Lit.
*Cotoneaster nummulariifolia* (Desf.) Kocj. var. plur.
*Fraxinus xanthoxyloides* Wall.
*Lappula barbata* (M. Bieb.) Gurke dans sa variété endémique *brevistyla* Ball.

Par contre, sur les montagnes de Numidie apparaissent quelques autres espèces :

*Saponaria sicula* Raf.
*Sedum magellense* Ten.
*Euphorbia luteola* Coss. et DR.
*Physospermum acteafolium* Presl.
*Scabiosa crenata* Cyrillo.

Ces dernières espèces possèdent leur centre de dispersion dans l'Italie méridionale et surtout l'Égéide.

Cependant, si sur les Atlas marocains, les orophytes méditerranéens orientaux sont rares, il convient de remarquer, et nous tenons à le signaler ici déjà, que nombre d'endémiques atlasiques appartiennent à des taxa représentés surtout sur les montagnes de l'Asie occidentale et que, si la disjonction atteint en général l'échelon spécifique, les affinités entre la flore atlasique et celle des montagnes du Proche-Orient sont toutefois beaucoup plus importantes que l'on ne l'avait cru jusqu'à ce jour.

### c) Les Orophytes méditerranéens ibéro-mauritaniens.

Nous groupons sous le terme d'orophytes méditerranéens ibéro-mauritaniens les espèces se rencontrant à la fois sur les sommets méditerranéens de l'Espagne et de l'Afrique du Nord, exclues les espèces Bético-rifaines.

Les orophytes méditerranéens ibéro-mauritaniens ne présentent pas tous une aire de répartition comparable; la majeure partie est cantonnée en Espagne

sur les sierras du sud de l'Ebre et en Afrique sur les chaînons des Atlas marocains. D'autres ont étendu leur aire soit vers le nord, où quelques-uns atteignent le littoral provençal français, soit vers le sud-est en colonisant au moins en partie les hautes montagnes de Numidie.

En ce qui nous intéresse, les 23 espèces suivantes peuvent être considérées comme des orophytes méditerranéens ibéro-mauritaniens au sens le plus large (Afrique du Nord-Espagne) Quelques-unes (*) atteignent même le midi de la France :

* *Juniperus thurifera* L.
*Poa ligulata* Boiss.
* *Minuartia Funkii* (Jord.) Asch. et Gr.
*Berberis hispanica* Boiss.
*Sarcocapnos crassifolia* (Desf.) DC.
* *Brassica saxatilis* (Lamk.)
* *Alyssum spinosum* L.
*Draba hispanica* Boiss.
*Sedum nevadense* Coss.
* *Erinacea anthyllis* Lamk.
* *Cytisus purgans* (L.) Henth. et Hauk.
* *Ononis aragonensis* Asso
*Polygala rosea* Desf.
*Bupleurum spinosum* L.
* *Seseli montanum* (L.) Duf.
*Linaria tristis* (L.) Mill.
*Linaria villosa* (L.) DC.
*Lonicera arborea* Boiss.
* *Jasione humilis* Lois.
*Anthemis pedunculata* Desf.
* *Jurinea humilis* DC.

Cette liste présente de nombreux types polymorphes individualisant sur les montagnes nord-africaines de multiples micro-endémiques; tel est en particulier le cas pour : *Sarcocapnos, Draba hispanica, Brassica saxatilis, Polygala rupestris, Linaria tristis, Jasione humilis.*

Par contre, les espèces suivantes possèdent une aire de répartition plus étroitement ibéro-mauritanienne; elles font en particulier défaut sur les montagnes d'Algérie. Les espèces précédées d'un astérique se rencontrent encore dans le midi français :

*Poa flaccidula* Boiss. et Reut.
*Festuca hystrix* Boiss.
*Arenaria armerina* Bory
*Arenaria pungens* Boiss.
*Sagina sabuletorum* (J. Gay) Lange
*Silene Boryi* Boiss.
*Dianthus lusitanus* Brot.
*Dianthus subacaulis* Vil.
*Papaver rupifragum* Boiss. et Reut.

*Sarcocapnos baetica* (Boiss. et Reut.)
*Platycapnos saxicola* Willk.
*Pseudocytisus integrifolius* (Salisb.) Rehder
*Biscutella frutescens* Coss.
*Alyssum psilocarpum* Boiss.
*Sedum melanantherum* DC.
* *Saxifraga longifolia* Lap.
*Cirsium flavispinum* Boiss.
* *Onopordon acaule* L.
*Genista florida* L.
* *Medicago suffruticosa* Ram.
*Hippocrepis scabra* DC.
* *Eryngium Bourgati* Gouan
*Imperatoria hispanica* Boiss.
*Cuscuta triumvirati* Lange
*Echium flavum* Desf.
*Echium pycnanthum* Pomel
*Teucrium rotundifolium* Schreb.
*Marrubium supinum* L.
*Marrubium africanum* (Lit. et Maire) Humb.
*Sideritis incana* L.
*Nepeta granantensis* L.
*Thymus zygis* L.
*Verbascum simplex* Hffmg. et Link
* *Lonicera pyrenaica* L.
* *Valeriana globulariifolia* Ram
* *Phyteuma Charmelii*
*Anacyclus pyrethrum* (L.) Can
*Leucanthemum arundanum* (Boiss.) Cuat.
*Andryala Aghardii* Haenseler
* *Hieracium phlomoides* Froel.

Ici encore les micro-endémiques sont fréquents. Signalons :

*Sagina sabuletorum* var. *atlantica* Lit. et Maire
*Silene Boryui* var. plur.
*Papaver rupifragum* ssp. *atlanticum*
*Pseudo-cytisus integrifolius* ssp. *anremericus* Lit. et Maire
*Biscutella frutescens* var. plur.
*Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* Emb.
*Genista florida* ssp. *marocana* Ball.
*Medicago suffruticosa* ssp. *marocana* (Batt.) Maire
*Hippocrepis scabra* var. *atlantica* (Ball.) Maire
*Echium pycnanthum* ssp. *nanum* (Coss.) De Coincy
*Teucrium rotundifolium* var. plur.
*Sideritis incana* var. plur.
*Verbascum simplex* var. plur.
*Leucanthemumaarundanum* var. plur.

C'est encore dans ce groupe qu'il faut ranger les deux espèces suivantes communes à la Cordillère pyrénéo-cantabrique et aux Atlas :

— *Potentilla alchimilloides* Lap. ici dans sa ssp. endémique *atlantica* Emb. et Maire;

— *Matthiola saxatilis* type très polymorphe sur l'Atlas.

Il faut leur rapprocher *Asplenium Seelosii* Leyb. ssp. *glabrum* Lit. et Maire, sous-espèce que les Pyrénées orientales et l'Atlas ont en commun, appartenant à une lignée orophile méditerranéenne orientale.

### d) Les Orophytes méditerranéens mauritaniens.

Les orophytes méditerranéens connus à l'ensemble des hauts sommets nord-africains sont assez peu nombreux.

Il faut citer :

*Cynosurus Balansae* Coss. et Dur.
*Festuca deserti* (Coss. et Dur.) Trab.
*Festuca atlantica* Duval -Jouve
*Agropyrum marginatum* Linal.
*Delphinum Balansae* Boiss. et Reut.
*Raffenaldia primuloides* Godr.
*Isatis Djurdjurae* Coss. et Dur.
*Alyssum cochleatum* Coss. et Dur.
*Arabis pubescens* (Desf.) Pom.
*Astragalus Fontanesii* Coss. et Dur.
*Bupleurum atlanticum* Murb.
*Satureia Hochreutineri* Maire
*Scrofularia laevigata* Vahl.
*Veronica rosea* Desf.
*Odontites violacea* Pomel
*Campanula filicaulis* Dur.
*Campanula velata* Pomel
*Helichrysum lacteum* Coss. et Dur.
*Leucanthemum Gayanum* (Coss. et Dur.) Maire
*Senecio Perralderianus* Coss. et Dur.
*Carduncellus atractyloides* Batt.
*Catananche caespitosa* Def.
*Scorzonera pygmaea* Sibth. et Sm.
*Taraxacum microcephalum* Pomel.

Ici encore existent de multiples formes micro-endémiques caractéristiques des différents secteurs ou sous-secteurs biogéographiques individualisables sur les hautes montagnes nord-africaines; elles seront précisées plus loin à ce propos.

Il convient de remarquer que la plupart des espèces précédentes n'ont pas d'exigences altitudinales très strictes. Beaucoup descendent même jusque dans les plaines, toutefois leur optimum écologique est indiscutablement sur les hautes montagnes.

## 2° LES ESPÈCES DE SOUCHE EURO-SIBÉRIENNE — BORÉO-AMÉRICAINE.

Les espèces appartenant à l'élément euro-sibérien - boréo-américain sont assez nombreuses sur les sommets des hautes montagnes d'Afrique du Nord. Dans certaines stations (pozzines en particulier) elles arrivent même parfois à constituer la majeure partie de la population végétale.

Il est possible de discerner ici :

— un sous-élément circum-boréal;

— un sous-élément eurasiatique.

### a) *Le sous-élément circum-boréal.*

Il est représenté sur les montagnes nord-africaines par une soixantaine d'espèces dont la signification est diverse.

Quelques-unes font partie de l'ensemble orophile des montagnes de l'Europe méridionale et leur découverte, tardive, sur les hauts sommets de l'Atlas marocain a été une des plus grandes surprises fournies par l'exploration de cette chaîne.

Tel est le cas de :

*Botrychium lunaria* (L.) Sw.
*Dryopteris lonchitis* Soy. Vil.
*Asplenium viride* Huds.
*Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm.
*Triglochin palustris* L.
*Nardus stricta* L.
*Polygonum bistora* L.
*Carex echinata* Mur.
*Carex flacca* Schreb.
*Carex capillaris* L.
*Luzula spicata* (L.) DC.
*Luzula multiflora* (L.)
*Cerastium cerastioides* (L.) Britton
*Sagina saginoides* (L.) Dalla Torre
*Cardamine pratensis* L.
*Potentilla rupestris* L.
*Alchemilla vulgaris* L.
*Viola palustris* L.
*Gentiana tenella* Rottb.
*Parnassia palustris* L.

Quelques-unes de ces espèces sont d'ailleurs représentées sur l'Atlas par des types micro-endémiques :

*Sagina saginoides* ssp. *parviflora* Lit. et Maire
ssp. *eu-saginoides* Lit. et Maire
var. *nevadensis* (Born et Reut.) Briq.
*Cardamine pratensis* var. *atlantica* Emb. et Maire.

D'autres espèces sont plus largement répandues sur les montagnes nord-africaines où elles débordent largement l'étage de haute montagne. Tel est le cas pour :

*Juniperus communis* L.
*Juniperus sabina* L.
*Deschampsia flexuosa* L. Meer
*Trisetaria flavescens* (L.) Maire
*Poa alpina* L.
*Poa nemoralis* L.
*Festuca ovina* L.
*Heleocharis pauciflora* (Lightf.) Link
*Carex leporina* L.
*Carex fusca* L.
*Carex flava* L.
*Cerastium arvense* L.
*Minuartia verna* (L.) Hiern.
*Potentilla pennsylvanica* L.

Sauf chez les types polymorphes du genre *Festuca,* ici les micro-endémiques sont rares; il convient de citer :

*Poa alpina* ssp. *stenobotrys* Maire, atlasique.
*Carex leporina* ssp. *atlasica* Lindl., atlasique.
*Alsine verna var. Kabylica* Pomel, Mauritanien.
*Arabis hirsuta* var. *Balansae* (Boiss. et Reut.) Maire, Numidien.
— var. *mesatlantica,* Maire, atlasique.

b) ***Le sous-élément eurasiatique.***

Plus de 80 espèces représentent ce sous-élément sur les hautes montagnes nord-africaines.

Quelques-unes doivent être considérées comme des orophytes européens ou eurasiatiques, elles sont rares et toutes localisées à haute altitude sur les Atlas, sauf toutefois *Ribes petreum* Wal. (sur le Djurdjura seulement).

*Asplenium fontanum* Bernh
*Calamagrostis argentea* DC. ssp. *mesatlasica* Quézel
*Agrostis alpina* Scop. ssp. *Schleicheri* (Jord. et Verlot) Rouy
*Avena montana* Vil.
*Blysmus compressus* (L.) Panz.
*Draba tomentosa* L.
*Ribes alpinum* L.

*Rhamnus pumila* Turra
*Meum athamanticum* Jacq.
*Androsace villosa* L. var. *subexscapa* Emb. et Maire
*Gentiana verna* L. ssp. *Peneti* Lit. et Maire
*Gentiana ciliata* L.
*Myosotis alpestris* Schm. em. Fiori ssp. *albomarginata* (Lindb.) Maire
*Euphrasia minima* (Jacq.) DC. var. *Wilkommii* (Freyn.) Chabert.

D'autres, au contraire sont des plantes largement répandues dans les régions eurasiatiques, beaucoup peuvent être regardées comme des espèces de liaison euro-sibériennes-méditerranéennes (cf. Eig 1931). Quelques-unes sont des nitrophiles.

*Koeleria vallesiana* (Hoock.) Bertol.
*Dactylis glomerata* L.
*Bromus tectorum* L.
*Ornithogalum pyrenaicum* L.
*Orchis latifolia*
*Juncus inflexus* L.
*Juncus articulatus* L.
*Scleranthus annuus* L.
*Thalictrum minus* L.
*Arabis alpina* L. ssp. *caucasica* (Willd.) Briq.
*Sedum album* L.
*Sedum acre* L. ssp. *neglectum* (Ten.) Arcanq.
*Saxifraga granulata* L. var. *glaucescens* (Reut.) Engler
*Sorbus domestica* L.
*Sanguisorba minor* Scop. ssp. *muricata* (Spach.) Briq.
*Anthyllis vulneraria* (L.) (ss. lato)
*Lotus corniculatus* L.
*Vincetoxicum officinale* Moench.
*Asperugo procumbens* L.
*Myosotis micrantha* Pallas
*Lithospermum arvense* L.
*Teucrium chamaedrys* L.
*Salvia verbenaca* L.
*Satureia alpina* (L.) Scheel. ssp. *granatensis* (Boiss. et Reut.) Maire
*Antirrhinum orontium* L.
*Scrofularia aquatica* L.
*Veronica Beccabunga* L.
*Plantago coronopus* L.
*Galium mollugo* L.
*Galium aparine* L.
*Scabiosa columbaria* L.
*Senecio doria* L.
*Taaxacum laevigatum* DC.

Ici encore il convient de signaler quelques types micro-endémiques mauritaniens :

*Poa pratensis* L. ssp. *atlantis* Maire
*Bromus erectus* Huds. ssp. *permixtus* Lindl. var. *glabratus* Maire et Weill.
*Primula vulgaris* Huds. var. *atlantica* Maire et Weiller.

— Atlasiques :

*Bromus ramosus* Huds. ssp. *Benekeni* (Lange) Sch. et Thell.
var. *monostachys* Lit. et Maire
*Gagea fistulosa* (Ram.) Ker Gawl. var. *dyris* Maire
*Allium paniculatum* L. ssp. *breviscapum* Lit. et Maire
*Rumex acetosa* L. var. *atlantis* Maire
*Scleranthus perennis* L. ssp. *atlanticus* Maire
*Aquilegia vulgaris* L. xar. *rerayensi* Lit. et Maire.
var. *Balii* Lit. et Maire
*Aconitum lycoctomum* L. var. *atlanticum* (Coss.) Maire
*Sempervivum tectorum* L. ssp. *atlanticum* Ball.
*Ribes uva-crispa* L. ssp. *austro-europeus* Born. var. *atlantica* Maire
*Sanguisorba minor* Scop. ssp. *marocana* (Coiss.) Maire
*Malva silvestris* !L.) Koch ssp. *atlanticum* Maire
*Seseli Libanotis* (L.) Koch ssp. *atlanticum* Maire
*Heracleum Sphondylium* L. ssp. *montanum* (Schleich.) Briq.
var. *suaveolens* Lit. et Maire
ssp. *Embergeri* Maire
*Thymus serpyllum* L. var. plur.
*Mentha rotundifolia* L. ssp. *timija* (Coss.) Maire
*Orobanche purpurea* Jacq. var. *Balii* Maire
*Galium pumilum* Mur. (var. plur.)

— Numidiens :

*Bromus erectus* ssp. *permixtus* var. *longispiculatus* Maire
*Aquilegia vulgaris* var. *Cossoniana* Maire et Sen.
*Corydalis solida* (L.) Swarts var. *bracteosa* Batt. et Trab.

Il faudrait enfin citer une quarantaine d'espèces polychores ne jouant, à de rares exceptions près qu'un rôle très accessoire dans la flore orophile nord-africaine.

Les types micro-endémiques suivants sont toutefois à signaler :

*Deschampsia caespitosa* (L.) P. B. var. *atlantis* Maire
*Poa annua* L. ssp. *varia* Gaud. var. *rivulorum* (Maire) Maire et Trabut
*Spergularia rubra* (L.) Dietz ssp. *oreophila* Lit. et Maire

### 3° LES ENDÉMIQUES.

Le nombre des endémiques est singulièrement élevé sur les montagnes de l'Afrique du Nord, surtout si l'on inclut parmi eux les innombrables sous-espèces,

variétés et formes décrites sur ces sommets. En effet, un des caractères essentiels de la flore orophile nord-africaine est l'extrême variabilité de ses composantes, nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir sur cette passionnante question.

Nous ne voulons dans ce chapitre que considérer les endémiques spécifiques au sens linnéen du terme. Ils sont encore très nombreux.

— 166 environ sur les Atlas marocains;

— 16 sur les hautes montagnes de Numidie.

Il convient de les envisager séparément.

### *a) Les oro-endémiques atlasiques.*

Bien que le nombre des espèces spéciales à l'Atlas marocain soit considérable, il est bien difficile de définir l'endémisme atlasique, surtout si l'on n'envisage, comme c'est le cas ici, que la flore de haute région.

Le trait essentiel est sans conteste l'absence dans cette région de genres endémiques; en effet, seul le genre *Raffenaldia* pourrait être à la rigueur considéré comme spécial à la haute montagne nord-africaine; mais encore, seule une des deux espèces qu'il individualise : *R. platycarpa* est étroitement alticole.

Par contre, si les genres endémiques font défaut sur les sommets des Atlas marocains, plusieurs sections endémiques s'y rencontrent. Ce sont :

— la section *Goulardiopsis* du genre *Agropyrum* avec une espèce : *A. Embergeri;*

— la section *Helicodraba* du genre *Draba* avec une espèce : *D. hederifolia;*

— la section *Acrodraba* du genre *Draba* avec une espèce : *D. oreadum;*

— la section *Pseudotricha* du genre *Gentiana* avec une espèce : *G. Tornezyana;*

— la section *Gnaphaliopsis* du genre *Phagnalon* avec quatre espèces :

*Ph. iminouakense*
*Ph. helichrysoides*
*Ph. platyphyllum*
*Ph. Embergeri.*

Il convient également de remarquer le faible nombre de genres représentés sur l'Atlas marocain par de multiples espèces endémiques; il faut toutefois signaler :

— le genre *Silene* avec cinq espèces;
— le genre *Arabis* avec cinq espèces;
— le genre *Bupleurum* avec cinq espèces;
— le genre *Carum* avec cinq espèces;
— le genre *Phagnalon* avec six espèces;
— le genre *Campanula* avec six espèces;
— le genre *Leucanthemum* avec sept espèces.

Voici la liste des espèces endémiques atlasiques qui ont été trouvées sur les hauts sommets des Atlas marocains ; un astérique précède celles qui ne pénètrent qu'accidentellement dans la zone silvatique.

*Stipa nitens* Ball.
* *Agrostis atlantica* Maire et Trab.
*Avena Jahandiezii* R. de Lit.
* *Koeleria Caroli* Emb.
* *Koeleria Embergeri* Qz.
*Festuca Mairei* St Yves
*Vulpia Litardiereana* (Maire) A. Cam.
*Agropyrum Embergeri* Maire
*Asphodelus Ayardi* Jah. et Maire
*Narcissus Wattieri* Maire
*Ophrys dyris* Maire
* *Rumex ginii* Jah. et Maire
*Rumex atlanticus* Coss.
*Herniaria glaberrina* (Emb.) et Maire
* *Arenaria Mairei* Emb.
* *Arenaria Dyris* Humb.
* *Cerastium Balsii* Maire
*Buffonia Strohlii* Emb. et Maire
* *Buffonia Murbecki* Emb.
* *Minuartia Mairei* Qz.
* *Silene ayachica* Humb.
* *Silene heterodonta* William
*Silene Guinetti* Qz.
* *Silene Dyris* Maire
*Silene mesatlantica* Maire
* *Ranunculus Dyris* (Maire) Lindl.
*Ranunculus calandrinioides* Oliver
* *Ranunculus mgounicus* Qz.
* *Raffenaldia platycarpa* (Coss.) Stapf.
* *Pseudocytisus Mairei* (Humb.) Jah. et Maire
* *Alyssum Flahaultianum* Emb.
* *Alyssum Embergeri* Qz.
* *Draba oreadum* Maire
* *Draba hederefolia* Coss.
* *Arabis corningioides* Ball.
*Arabis Josiae* Jah. et Maire
* *Arabis Verdieri* Qz.
*Arabis Humbertii* Qz.
* *Arabis erubescens* Ball.
*Roripa atlantica* (Ball.) Maire
*Reseda attenuata* Ball.
*Reseda Nainii* Maire
* *Sedum surculosum* Coss.
*Sedum jaccardianum* Maire et Weiller

* *Saxifraga Luizetana* Emb.
* *Saxifraga Maireana* Luizet
*Potentilla maura* Wolf.
* *Potentilla Tornezyana* Maire
* *Potentilla Guilliermondii* Emb. et Maire
* *Amphinomia tapetiformis* (Emb. et Maire) Maire
*Retama dasycarpa* Coss.
*Adenocarpus anagyrifolius* Coss. et Bal.
*Adenocarpus Bacquei* Batt.
* *Cytisus pulvinatus* Qz.
*Ononis Thomsoni* Ball.
*Ononis atlantica* Ball.
*Trifolium humile* Ball.
*Anthyllis Warnieri* Emb.
*Lotus marocanus* Ball.
* *Astragalus Ibrahimianus* Maire
*Hippocrepis Liouvillei* Maire
* *Cicer atlanticum* (Coss.) Maire
*Erodium atlanticum* Coss.
*Euphorbia megalatlantica* Ball.
*Hypericum coadunatum* Ch. Smith
*Viola marocana* Maire
* *Viola saxifraga* Maire
* *Viola Dyris* Maire
* *Thymelaea putorioides* Emb. et Maire
* *Epilobium atlanticum* Lit. et Maire
* *Epilobium psilotum* Maire et Samuelson
*Eryngium variifolium* Coss.
*Chaerophyllum atlanticum* Coss.
*Bupleurum album* Maire
* *Bupleurum Antonii* Maire
*Bupleurum Faurelii* Maire
*Bupleurum lateriflorum* Coss.
* *Carum proliferum* Maire
* *Carum atlanticum* Lit. et Maire
* *Carum asinorum* Lit. et Maire
*Carum lacuum* Emb.
*Carum iminouakense* Qz.
* *Gentiana atlantica* Lit. et Maire
* *Gentiana Tornezyana* Lit. et Maire
* *Teucrium musimonum* Humbert
*Lavandula tenuisecta* Coss.
*Sideritis villosa* Coss.
*Nepeta stachyoides* Coss.
* *Dracocephalum Renati* Emb.
*Marrubium Ayardi* Maire
*Marrubium multibracteatum*
*Salvia taraxacifolia* Coss.

*Satureia atlantica* (Ball.) Maire
*Thymus pallidus* Coss.
*Mentha Gattefossei* Maire
*Verbascum Hookerianum* Ball.
* *Veronica Chartoni* Lit. et Maire
* *Odontites Rameauana* Emb.
* *Odontites pseudo-granatensis* Qz.
* *Orobanche chrysacanthii* Maire
*Orobanche Hookeriana* Ball.
*Globularia Nainii* Batt.
*Globularia Liouvillei* Jah. et Maire
*Plantago rhuzoxylon* Emb.
* *Asperula Litardieri* Humb.
*Galium acuminatum* Ball.
*Pterocephalus depressus* Coss.
*Cephalaria marocana* Coss.
*Scabiosa Parieli* Maire
*Campanula Embergeri* Lit. et Maire
* *Campanula Vaillanti* Qz.
* *Campanula Sauvagei* Qz.
* *Campanula Guinocheti* Qz.
* *Campanula atlantis* Maire, Gatt. et Weill.
*Campanula Mairei* Pau
* *Erigeron Mairei* Br.-Bl.
* *Erigeron Celerieri* Emb. et M.
*Phagnalon atlanticum* Ball.
*Phagnalon iminouakense* Emb.
*Phagnalon latifolium* Maire
*Phagnalon platyphyllum* Maire
* *Phagnalon helichrysoides* (Ball.) Coss.
*Phagnalon Embergeri* Humb. et Maire
* *Helichrysum Raynalianum* Qz.
* *Gnaphalium Genevoisii* Emb.
*Ormenis scariosa* (Ball.) Lit. et Maire
* *Anacyclus atlanticus* Lit. et Maire
*Leucanthemum depressum* (Ball.) Maire
* *Leucanthemum atlanticum* (Ball.) Maire
*Leucanthemum Redieri* Maire
*Leucanthemum Briqueti* Maire
* *Leucanthemum Pseudo-catananche* Maire
*Leucanthemum catananche* (Ball.) Maire
*Leucanthemum mesatlanticum* Emb. Maire
* *Senecio Chalureaui* Humb.
* *Carduus atlantis* Humb. et Maire
*Carduus Balii* Hock.
*Cirsium Dyris* Jah. et Maire
*Cirsium chrysancanthum* (Ball.) Jah.
*Onopordon Dyris*

*Centaurea Benoisti* Humb.
* *Centaurea Tachkredensis* (Coss.) Maire
*Centaurea atlantica* Maire
*Centaurea Litardierei* Jah. et Maire
*Centaurea Theryi* Emb. et Maire
*Centaurea Josiae* Humb.
* *Leuzea berardioides* Coss.
* *Carduncellus Catrouxii* Emb.
*Hypochoeris leontodontoides* Ball.
*Aster Pujosii* Qz.
*Leontodon Pitardi* Maire.
*Leontodon atlanticum* (Ball.) Widder
*Taraxacum atlanticum* Pomel
*Taraxacum Humbertii* Maire
* *Lactuca Rieversii* Lit. et Maire
* *Crepis Hookeriana* Ball.
*Crepis Litardierei* Emb.

Toutes ces espèces présentent des affinités très diverses; quelques-unes appartiennent à des taxa eurasiatiques : *Epilobium atlanticum, Ep. psilotum, Gentiana atlantica, G. Tornezyana, Cerastium Balsii, Chaerophyllum atlanticum ;* mais c'est là vraiment l'exception; toutes ou presque s'inscrivent dans des taxa méditerranéens et plus spécialement oro-méditerranéens.

b) ***Les endémiques numidiens.***

Beaucoup moins nombreux que les oro-endémiques atlasiques, les oro-endémiques numidiens sont les suivants :

*Festuca algeriensis* Trabut
*Romulea Penzigi* Beguinot
*Romulea Battandieri* Beguinot
*Romulea Vaillanti* Qz.
*Silene atlantica* Coss. et DR.
*Arabis Doumeti* Coss.
*Saxifraga numidica* Coss.
*Erodium montanum* Coss.
*Bunium Chaberti* Batt.
*Pimpinella Battandieri* Chab.
*Mattia gymnandra* Pomel
*Galium Peralderii* Coss. et Dur.
*Anthemis Kabylica* Batt.
*Senecio Gallerandianus* Coss. et DR.
*Crepis Faureliana* Maire
*Hieracium Faurelianum* Maire

## II. — SUBDIVISIONS BIOGÉOGRAPHIQUES DES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

Du point de vue biogéographique floristique, les hautes montagnes nord-africaines appartiennent au domaine altimontain méditerranéen occidental, à l'intérieur duquel il est possible de distinguer divers sous-domaines :

— un sous-domaine ibérique;

— un sous-domaine sud-bético-rifain;

— un sous-domaine marocain;

— un sous-domaine numide.

Par leur flore, les sommets méditerranéens de la péninsule italique, de la Sicile et des îles Tyrrhéniennes, se rattachent également au même ensemble floristique quoique, de nombreuses lignées oro-méditerranéennes orientales y apparaissent déjà, mais la discussion des subdivisions biogéographiques de cette région sort du cadre de ce travail.

***

Si l'on excepte les sommets du Rif, le territoire envisagé dans cette étude comprend donc la quasi-totalité des sous-domaines marocain et numide.

En effet, bien que divers éléments typiquement marocains se rencontrent sur les sommets dépassant 2 000 m de la chaîne rifaine, la présence sur ce massif d'un contingent appréciable d'endémiques communs à cette chaîne et à la Cordillère Bétique, permet de les réunir en une unité biogéographique.

Dans la zone altimontaine, aujourd'hui pratiquement asylvatique, il est en effet possible de signaler les endémiques sud-bético-rifaines ci-dessous :

*Agrostis nevadensis* Boiss.
*Festuca scariosa* (Lag.) Asch.
*Herniaria Boissieri* J. Gay. (sensu lato)
*Moehringia tejedensis* (Huter Porta et Rigo) Willk.
*Saxifraga Rigoi* Frey
*Eryngium glaciale* Boiss.
*Teucrium oxylepis* F. Q.
*Anarrhinum laxiflorum* Boiss.
*Phryne Boryi*, etc.

La flore altimontaine rifaine ne pourra donc être comprise que par une étude parallèle à celle de la zone correspondante de la Cordillère Bétique. C'est en partie pour cette raison que nous avons exclu de ce travail l'étude systématique des hauts sommets rifains; nous avons seulement utilisé, à titre comparatif, les documents que nous devons aux botanistes ayant étudié la flore et la végétation de ce massif.

### 1° LE SOUS-DOMAINE ALTIMONTAIN MAROCAIN.

Du point de vue floristique, le sous-domaine altimontain marocain, englobant approximativement tous les hauts sommets du Moyen Atlas à partir de 2 200 m et du Haut Atlas à partir de 2 000 m, est caractérisé par une flore typiquement méditerranéenne, riche en endémiques, au nombre desquels il faut surtout citer :

*Ranunculus calandrinioides*
*Arabis Josiae*
*Potentilla maura*
*Trifolium humile*
*Sideritis villosa*
*Nepeta stachyoides*
*Nepeta atlantica*
*Thymus satureioides*
*Mentha Gattefossei*
*Verbascum Hookerianum*
*Cephalaria marocana*
*Erodium atlanticum*
*Euphorbia megalatlantica*
*Hypericum coadunatum*
*Bupleurum album*
*Bupleurum Benoisti*
*Bupleurum lateriflorum*
*Leucanthemum catananche*
*Carduus Ballii*
*Onopordon dyris*
*Hypochoeris angustifolia*
*Leontodon Pitardi*
*Leontodon atlanticus*

Il convient encore d'y adjoindre les micro-endémiques :

*Stipa Lagascae* var. *Embergeri*
*Juncus Fontanesi* var. *melanocephalus*
*Urginea maritima* var. *maura*
*Anchusa undulata* var. *alborosea*
*Lappula barbata* var. *brevistyla*
*Lotus marocanus* var. *eriosolen*
*Bromus ramosus* ssp. *Benekini* var. *macrostachys*
*Rumex acetosa* var. *atlantis*

***

Le sous-domaine marocain altimontain doit lui-même se diviser en trois secteurs :

— un secteur mesatlasique;
— un secteur mégalatlasique;
— un secteur anti-atlasique.

Seul, le second, possédant une zone asylvatique, sera envisagé ici.

Il est individualisé par un nombre très considérable d'endémiques dont la liste n'est pas dépourvue d'enseignements.

Toutes les espèces linéennes endémiques appartiennent à des lignées essentiellement méditerranéennes. Ce sont :

*Stipa nitens*
*Rumex atlanticus*
*Viola saxifraga*
*Artemisia mesatlantica*
*Cirsium dyris*
*Leuzea berardioides*
*Globularia Liouvillei*
*Pterocephalus depressus*
*Astragalus Ibrahimianus*
*Teucrium musimonum*
*Bellis coerulescens*
*Phagnalon helichrysoides*
*Ormenis scariosa*
*Leucanthemum atlanticum*

Il en est de même pour une foule de micro-endémiques qui s'inscrivent :

— dans des lignées circum-méditerranéennes :

*Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum* (mult. var.)
*Erucastrum elatum* ssp. *eu-elatum* (mult. var.)
*Ononis antiquorum* (mult. var.)
*Teucrium polium* var. *atlanticum*
*Tolpis barbata* var. *Liouvillei*
*Aethionema saxatile* ssp. *ovalifolium* var. *latifolium*
*Scutellaria orientalis* var. *demnatensis ;*

— dans des lignées oro-méditerranéennes occidentales :

*Minuartia mutabilis* ssp. *Haranti* (mult. var.)
*Arenaria aggregata* ssp. *mauritanica*
*Geranium cinereum* ssp. *nanum*
*Scrofularia ramosissima* var. *macrorrhyncha*
*Linaria heterophylla* ssp. *galioides* var. *pseudo-supina*
var. *galiloides*
*Onosma fastigiatum* ssp. *mauritanicum* var. *mesatlanticum*
*Veronica repens* var. *nevadensis* sub. var. *cyanea*
*Saxifraga pedemontana* ssp. *demnatensis ;*

— dans des lignées oro-méditerranéennes orientales :

*Festuca Yvesi* var. *eu-Yvesi*
*Carex diluta* ssp. *fissirostris ;*

— dans des lignées mauritaniennes :

*Festuca deserti* ssp. *marocana*
*Carduncellus Pomelianus* var. *gracilis*
*Centaurea incana* (mult. var.) ;

— dans des lignées ibéro-mauritaniennes :

*Sagina rivulorum* var. *atlantica*
*Papaver rupifragum* var. *atlanticum*

*Draba hispanica* (mult. var.)
*Leucanthemum arundanum* (mult. var.)
*Linaria tristis* ssp. *lurida.*

Par contre, les micro-endémiques appartenant à des lignées circum-boréales ou eurasiatiques, sont exceptionnels sur le Haut Atlas. On peut citer pour l'ensemble de la chaîne :

*Poa annua* var. *rivulorum*
*Aquilegia vulgaris* var. *Ballii*
*Scleranthus perennis* var. *atlanticus*
*Ribes uva crispa* var. *atlanticus*
*Seseli libanotis* ssp. *atlanticus*
*Malva silvestris* var. *subacaulis*
*Mentha rotundifolia* var. *Timija*
*Galium pumilum* var. *atlanticum*
*Trisetaria flavescens* var. *griseo-virens*
*Ranunculus acris* var. *atlanticus.*

Comme le prouve clairement cette longue liste, et comme le confirmera encore l'étude de la végétation, il convient donc d'inclure dans le secteur floristique altimontain mégalatlasique, les sommets asylvatiques du Moyen Atlas oriental (chaînon du Bou-Naceur, Bou Iblane, Tichchoukt) comme l'a fait Emberger. Toutefois, la flore de ces sommets bien que typiquement mégal-atlasique ne possède pas divers endémiques communs à l'ensemble de la grande chaîne; des recherches ultérieures combleront certainement en partie cette lacune, mais l'absence de plusieurs espèces s'explique sans doute par des phénomènes déjà anciens de disjonction orographique; par contre, comme nous le verrons plus loin, la flore de ces sommets est hautement entachée d'individualité.

De toute façon, les endémiques ci-dessous, tous de souche méditerranéenne, communs à l'ensemble de la chaîne mégalatlasique, font jusqu'à présent défaut aux chaînes asylvatiques du Moyen Atlas oriental :

*Agrostis atlantica*
*Narcissus Watieri*
*Sedum surculosum*
*Ononis atlantica*
*Viola maroccana*
*Eryngium variifolium*
*Choerophyllus atlanticum*
*Satureia atlantica*
*Orobanche chrysacanthi*
*Orobanche Hockeriana*
*Erigeron Mairei.*

***

A l'intérieur du secteur mégalatlasique, il faut distinguer deux sous-secteurs :

— un sous-secteur occidental;
— un sous-secteur oriental.

Le sous-secteur occidental comprend la totalité du Haut Atlas situé grossièrement à l'ouest du Tizi n'Tichka, il faut lui adjoindre le sommet du Siroua.

Le sous-secteur oriental occupe le restant de la chaîne et les hauts sommets du Moyen Atlas oriental.

***

*Le sous-secteur occidental* tire son individualité de son isolement géographique mais surtout de la structure spéciale de son substrat à peu près exclusivement constitué de roches éruptives acides, par opposition au sous-secteur oriental sédimentaire. D'autre part la très haute altitude qu'atteignent quelques sommets a contribué à assurer le maintien d'une flore résiduelle absente partout ailleurs sur la chaîne.

L'endémisme de ce sous-secteur est important et essentiellement constitué d'espèces ou de sous-espèces et variétés calcifuges correspondant bien souvent à des types écologiques représentés par des formes (1) vicariantes calcicoles sur le Haut Atlas oriental. Nous aurons l'occasion de revenir ultérieurement sur ce problème.

Les endémiques permettant d'individualiser ce sous-secteur appartiennent ici encore très généralement à des lignées méditerranéennes.

En voici la liste avec, à côté, lorsqu'elles existent, les espèces vicariantes systématiques du sous-secteur oriental :

| | |
|---|---|
| *Arabis erubescens* | *Arabis Verdieri* |
| *Adenocarpus anagyrifolius* | *Adenocarpus Bacquei* |
| *Carum atlanticum.* | *Carum proliferum* |
| *Lavandula tenuisecta* | *Lavandula brevidens* |
| *Silene heterodonta* ssp. *parvula* var. *Cossoniana* | *Silene heterodonta* ssp. *parvula* var. *Thomsoni* |
| *Silene dyris* var. *typica* | *Silene dyris* var. *lutea* |
| *Draba hederefolia* ssp. *eu-hederefolia* | *Draba hederofolia* ssp. *Cossoni* |
| *Arabis coringioides* var. *stylosa* | *Arabis coringioides* var. *aphanostyla* |
| *Ononis Thomsonii* var. *typica.* | *Ononis Thomsoni* var. *Jahandiezi* |
| *Campanula Embergeri* ssp. *typica.* | *Campanula Embergeri* ssp. *Schotteri* |
| *Carduus atlantis* ssp. *eu-atlantis.* | *Carduus atlantis* ssp. *megalatlanticus* |
| *Hippocrepis leontodontoides* var. *eu-leontodontoides.* | *Hippocrepis leontodontoides* var. *villosa* |
| *Digitalis lutea* ssp. *atlantica* | *Digitalis lutea* ssp. var. *mesatlantica* |
| *Vicia glauca* var. *rerayensis* | *Vicia glauca* (var. plur.) |
| *Kentranthus angustifolius* ssp. *maroccanus.* | *Kentranthus angustifolius* ssp. *Battandieri* |

(1) Ce terme est pris ici dans un sens très large et ne préjuge en rien de la valeur systématique de ces plantes.

| | |
|---|---|
| *Poterium ancistroides* var. *dyris.* | *Poterium ancistroides* (var. plur.) |
| *Retama dasycarpa* | |
| *Cicer atlanticum* | |
| *Salvia taraxacifolia* | |
| *Leucanthemum depressus* var. *eu-depressus* | |
| *Phagnalon helichrysoides* var. *microphyllum* | |
| *Ranunculus paludosus* var. *leucothrix* (1) | |
| *Carduncellus pinnatus* ssp. *lucens* | |
| *Senecio lividus* var. *pinguis* | |
| *Hyssopus officinalis* var. *maroccanus* | |

Les quelques espèces suivantes accusent des affinités eurasiatiques :

| | |
|---|---|
| *Aconitum lycoctonum var. rerayense.* | *Aconitum lycoctonum* var. *atlanticum* |
| *Heracleum sphondylium* ssp. *suaveolens* | *Heracleum sphondylium* ssf. *Embergeri* |
| *Thymus serpullum* var. *atlanticum.* | *Thymus serpyllum* (var. plur.) |
| *Agrostis alpina* ssp. *Schleicheri* var. *atlantis* | |
| *Gentiana verna* ssp. *Peneti* (2) | |

D'autre part, un des caractères essentiels du sous-secteur occidental est de posséder en propre plusieurs espèces orophiles européennes ou circumboréales ayant réussi à se maintenir jusqu'à ce jour sur les quelques pozzines ou rochers suintants, et en particulier sur les massifs du Tichka et du Toubkal. Ce sont :

| | |
|---|---|
| *Nardus stricta* | *Luzula multiflora* |
| *Polygonum bistorta* | *Luzula spicata* |
| *Carex incurva* | *Parnassia palustris* |
| *Carex leporina* | *Alchemilla vulgaris* |
| *Carex echinata* | *Meum athamanticum* |
| *Carex fusca* | *Blysmus compressus* |
| *Carex capillaris* | *Cerastium cerastioides* |
| *Gentiana tenella* | *Sagina saginoides* (ss. lato) |
| *Potentilla rupestris* | *Asplenium septentrionale* |
| *Agrostis rupestris* | |

***

*Le sous-secteur oriental,* de beaucoup le plus vaste représente la région du

(1) Existe aussi sur le versant septentrional de m'Goun.
(2) Existe toutefois sur le flanc septentrional du m'Goun

Haut Atlas, la plus riche du point de vue floristique; c'est là que l'endémisme revêt son maximum d'intensité.

Outre la série calcicole des couples écologiques signalés plus haut, il convient de citer comme particulières à ce secteur les espèces, sous-espèces et variétés endémiques ci-dessous; elles appartiennent toutes, il faut encore le remarquer, à des lignées méditerranéennes :

*Silene ayachica*
*Silene mesatlantica*
*Raffenaldia platycarpa*
*Pseudocytisus Mairei*
*Dracocephalum Renati*
*Marrubium Ayardii*
*Marrubium multibracteatum*
*Thymus pallidus*
*Globularia Nainii*
*Scabiosa Parieli*
*Galium acuminatum*
*Leucanthemum pseudo-catananche*
*Taraxacum atlanticum*
*Lactuca Rieversii*
*Centaurea Benoistii.*

Outre ces endémiques stricts d'espèces, il faut encore citer les sous-espèces et variétés suivantes, types calcioles d'espèces également présentes sur une portion du Haut Atlas siliceux :

*Matthiola perennis* var. *anremerica*, vicariant de *M. perennis* var. *occidentalis* de l'Atlas des Seksaouas.

*Hippocrepis Liouvillei* ssp. *genuina*, vicariant de *H. Liouvillei* ssp. *acutiflora* de la même région, ainsi que les variétés suivantes d'espèces également présentes sur les sommets du Toubkal.

*Viola dyris* var. *orientalis*
*Anacyclus atlanticus* var. *vestitus*
*Cirsium chrysancanthum* var. *subornatum*
*Campanula Mairei* var. *Flahaultiana* et var. *tenera.*

Les micro-endémiques ci-dessous par contre, bien qu'appartenant toujours à des lignées méditerranéennes, se sont différenciés à partir :

— d'espèces circum-méditerranéennes :

*Iberis sempervirens* var. *pseudo-saxatilis*
*Digitalis lutea* ssp. *transiens* (var. plur.).,

— d'orophiles méditerranéens occidentaux et ibéro-mauritaniens :

*Genista scorpius* ssp. *myriantha*
*Arenaria pungens* ssp. *Boissieri*

*Brassica saxatilis* ssp. *repanda* var. *silenifolia*
*Biscutella frutescens* var. *papillosa*
*Teucrium rotundifolium* ssp. *granatensis* var. *atlanticum.*

Par contre, les micro-endémiques appartenant à des lignées eurasiatiques, communs à l'ensemble du sous-secteur oriental, sont très rares. Nous avons déjà cité : *Aconitum lycoctonum* var. *atlanticum, Heracleum sphondylium* ssp. *Embergeri, Androsace villosa* var. *subexscapa.*

Un autre caractère important de ce sous-secteur est de présenter vis-à-vis du sous-secteur occidental, un enrichissement considérable de sa flore en espèces orophytes de souche méditerranéenne, absentes de la portion occidentale de la chaîne pour des raisons géographiques (éloignement progressif du centre de dispersion) ou écologiques (calcicolie). Tel est, en particulier le cas pour :

— les orophytes mauritaniens :

*Alyssum cochleatum*
*Astragalus armatus* ssp. *numidicus*
*Thymelaea virescens*
*Bupleurum atlanticum*
*Leucanthemum Gayanum*
*Helichrysum lacteum*
*Taraxacum microcephalum ;*

— les ibéro-mauritaniens :

*Festuca hystrix*
*Arenaria armerina*
*Biscutella frutescens*
*Echium pycnanthum*
*Cirsium flavispinum ;*

— les orophytes méditerranéens occidentaux :

*Arenaria aggregata*
*Genista scorpius*
*Ononis cenisia*
*Hypericum hyssopifolium*
*Scrofularia ramosissima*
*Erinus alpinus*
*Plantago subulata*
*Serratula nudicaulis*
*Carex nitida*
*Aethionema saxatile*
*Iberis sempervirens*
*Helianthemum canum*
*Amelanchier ovalis*
*Centaurea Triumphetti*
*Asplenium Seelosi.*

Les orophytes européens communs à l'ensemble du sous-secteur et manquant à l'ouest du Tizi n'Tichka sont :

*Rhamnus alpina, Ribes alpinum* et *Hieracium Lawsonmi* var. *atlanticum.*

Il faut leur adjoindre *Vincetoxicum officinale.*

***

L'ensemble de la la chaîne mégalatlasique peut se diviser en six districts floristiques.

Deux appartiennent au sous-secteur occidental. Ce sont :

— le district du Haut Atlas des Seksaouas;
— le district du Haut Atlas de Marrakech.

Quatre s'inscrivent au sein du sous-secteur oriental :

— le district du Haut Atlas de Demnat;
— le district du Haut Atlas de l'Ahansal;
— le district du Haut Atlas oriental;
— le district du Moyen Atlas oriental.

***

*Le district du Haut Atlas des Seksaouas,* le plus petit de tous, répond à des critères à la fois floristiques et géologiques. Il comprend les derniers bastions occidentaux de la chaîne culminant encore au-dessous de 3 300 m, entre le plateau du Tichka et le Tizi Machou.

Constitué à peu près exclusivement de calcaire cambrien feuilleté, le Haut Atlas des Seksaouas offre différentes espèces calcicoles préférentielles qui font défaut dans tout le reste du sous-secteur occidental. Tel est le cas de :

*Matthiola perennis, Hippocrepis Liouvillei* (1) qui offrent là les types endémiques : var. *occidentalis* et ssp. *acutiflora.*

Parmi les autres espèces caractéristiques du Haut Atlas des Seksaouas, il faut citer :

*Phagnalon helichrysoides* var. *lanatum*
*Leucanthemum depressum* var. *insigne*
*Cirsium chrysacanthum* var. *ornatum*
*Polycarpon polycarpoides* var. *pulvinata*
*Dianthus gaditanus* ssp. *occidentalis.*

(1) Signalons encore : *Lonicera pyrenaica.*

Un autre caractère important de la flore du Haut Atlas de Seksaous est l'existence à ce niveau d'un contingent appréciable d'espèces bétiques disjointes.

Ce sont en particulier :

— *Andryala Aghardii*, qui existe également sur les crêtes du Bou Naceur;

— *Santolina rosmarinifolia* ssp. *pectinata* var. *canescens* rare çà et là sur le Moyen Atlas;

— *Imperatoria hispanica:* seule station africaine.

Les facteurs déterminant la répartition géographique de ces espèces (cf. Carte nº 9) ne sont pas évidents. Il convient toutefois de remarquer leur localisation en Afrique du Nord sur les sommets où les influences maritimes (pluviosité-humidité atmosphériques) sont les plus importantes; et donc, où les facteurs écologiques généraux paraissent présenter les plus grandes analogies avec les sommets de la cordillère Bétique.

La flore de l'Atlas des Seksaouas est d'autre part beaucoup plus pauvre que celle du Haut Atlas de Marrakech. Le Genévrier thurifère y fait pratiquement défaut ainsi d'ailleurs que de nombreux orophytes européens fréquents dans les pozzines du massif du Toubkal.

***

*Le district du Haut Atlas de Marrakech* constitue une région floristique des plus complexe; il est, en effet, loin de constituer une unité biogéographique et dans la compréhension que nous lui avons assignée, quatre sous-districts au moins doivent y être distingués. Son individualisation floristique est cependant aisée, grâce à la présence à son niveau des espèces et races endémiques suivantes :

*Ranunculus dyris*
*Draba oreadum* ssp. *normalis* var. *genuina*
*Potentilla Tornezyana*
*Viola dyris* var. *typica*
*Cicer atlanticum*
*Silene Boryi* ssp. *ouensae*
*Anacyclus atlanticus* var. *eu-atlanticus*
*Alchemilla vulgaris* (var. plur.)
*Carex leporina* ssp. *atlasica*
*Roripa atlantica* var. *typica.*

Les sous-districts que nous avons distingués sont les suivants :

— un sous-district occidental axé par la haute vallée de n'Fiss;

— un sous-district central, englobant les hautes chaînes à l'est de Talate n'Yakoub, jusqu'au sommet du Bou Ourioul;

— un sous-district des piedmonts orientaux en général constitué du point de vue géologique par des grès permo-triasiques;

— il faut également individualiser un sous-district spécial pour les sommets du Siroua.

Le district occidental établit la transition tant géologique que floristique entre le sous-district central floristiquement le mieux individualisé et le district du Haut Atlas des Seksaouas. En effet, bien que quelques plantes caractéristiques de ce dernier district s'y retrouvent, rares il est vrai *(Matthiola perennis* var. *occidentalis*, *Cirsium chrysacanthum* var. *subornatum*, nous avons préféré inclure dans le district du Haut Atlas de Marrakech la portion de la chaîne englobant la portion granitique du Tichka, la chaîne de l'Igdtet-Erdouz et les sommets environnant le Tizi n'Test.

Nous avons vu plus haut que cette position est basée sur des critères floristiques et l'analyse de la végétation confirme cette façon de voir (Cf. *infra*).

Bien qu'assez hétérogène du point de vue géologique, le sous-secteur occidental du Haut Atlas de Marrakech ne possède en propre que les espèces suivantes :

*Cerastium Balsii* (sommet de l'Erdouz)
*Alyssum Flahaultianum* (sommet de l'Idgtet).

Il est surtout caractérisé vis-à-vis du sous-district central par l'absence d'un important lot d'endémiques alticoles toutes de souche eurasiatique :

*Vulpia Litardiereana*
*Epilobium atlanticum*
*Epilobium psilotum*
*Gentiana Tornezyana*
*Astragalus depressus* ssp. *atlantis*
*Gagea fistulosa* var. *dyris*
*Poa alpina* ssp. *stenobotrys*.

Il est également caractérisé par la présence au niveau de ses garrigues altimontaines de nombre d'espèces absentes en raison de leur trop grande sécheresse des formations homologues sur le sous-district central. Tel est le cas de :

*Juniperus communis* ssp. *hemisphaerica*
*Festuca ovina* ssp. *indigesta*
*Koeleria splendens* ssp. *caudata*
*Hyssopus officinalis* ssp. *marocanus*
*Echium flavum*
*Sideritis ochroleuca* var.
*Festuca atlantica* ssp. *oxyphylla*
*Arrhenatherum elatius*.

Le sous-district central, outre les espèces endémiques signalées ci-dessus, possède en propre :

*Leucanthemum atlanticum* var. *gelidum*
*Cirsium chrysacanthum* var. *genuinum*
*Teucrium polium* ssp. *messanidum*
*Sedum hirsutum* ssp. *baeticum* var. *Jahandiezii*
*Teucrium rotundifolium* ssp. *granatense* var. *purpurascens.*

Le sous-district des piedmonts orientaux offre de grandes analogies avec le sous-district occidental : même appauvrissement de la flore, même constitution floristique des garrigues altimontaines, même développement important de la flore hygrophile et mésophile; il est toutefois facilement individualisable par la série d'endémiques ci-dessous :

*Saxifraga Maireana*
*Bupleurum Antonii*
*Carum asinorum*
*Phagnalon platyphyllum*
*Centaurea incana* var. *fulgida*
*Sarcocapnos crassifolia* var. *subspeciosa*
*Galium pumilum* var. *laxissimum.*

***

*Le district du Haut Atlas de Demnat* groupe les crêtes calcaires du Haut Atlas compris entre le Tizi n'Tichka et l'Azourki; il représente certainement la portion du Haut Atlas oriental floristiquement la plus riche. Le nombre des espèces endémiques est ici plus élevé que partout ailleurs : 20 espèces ou variétés représentent le contingent atlasique :

*Agropyrum festucoides* var. *typicum*
*Ranunculus mgounicus*
*Arenaria Mairei*
*Arabis Verdieri*
*Roripa atlantica* var. *calcarea*
*Potentilla Guilliermondi* ssp. *eu-Guilliermondi* var. *genuina*
*Anthyllis Warnieri*
*Thymelaea putorioides* var. *rhodantha*
*Thymelaea putorioides* var. *chlorantha*
*Carum iminouakense*
*Veronica Chartoni*
*Odontites Rameauana*
*Plantago rhyzoxylon*
*Campanula Embergeri* ssp. *Schotteri*
*Campanula Guinocheti* var. *rhatica*
*Campanula atlantis*
*Phagnalon iminouakense*
*Centaurea Josiae* var. *mgounicus*
*Centaurea Tachkredensis*
*Carduncellus Catrouxi*
*Leucanthemum Redieri* var. *cuneatum.*

Les lignées ibéro-mauritaniennes offrent les types spéciaux suivants :

*Brassica saxatilis* ssp. *Blancoana* var. *Embergeri*
*Sarcocapnos baetica* ssp. *atlantis*
*Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* var. *rhatica*
*Draba hispanica* var. *rhatica*
*Biscutella frutescens* var. *rhatica*
*Echium pycnanthum* ssp. *nanum*
*Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica* (var. plur.).

Enfin, *Minuartia mutabilis* ssp. *Haranti*, *Serratula nudicaulis* var. *Ibrahimi*, *Plantago subulata* var. *atlantis* et *Anthyllis vulneraria* ssp. *atlantis* appartiennent à des lignées circum-méditerranéennes occidentales.

Il faut encore citer comme caractéristiques de ce secteur : *Asplenium fontanum*, *Linum catharticum*, *Gentiana ciliata*, *Orobanche flava* et *Dryopteris lonchitis* qui représentent sur ces sommets calcaires le contingent des eurasiatiques.

A l'intérieur de ce district, et par opposition au sous-secteur principal englobant les sommets du Rhat et du m'Goun et les massifs environnants, il est possible de distinguer pour les portions culminales du J. Andromer un sous-secteur spécial caractérisé par les types alticoles endémiques ci-dessous :

*Viola dyris* var. *anremerica*
*Vicia glauca* var. *anremerica*.

La proximité des sommets du Haut Atlas de Marrakech, ainsi que la présence d'effleurements éruptifs, expliquent également la présence sur ce massif de *Arabis erubescens*, de *Draba oreadum* ssp. *typica*, ici dans sa variété endémique *anremerica* et de *Potentilla Tornezyana*.

L'individualité floristique du Haut Atlas de Demnat est donc très marquée, puisqu'il possède plus de 34 types endémiques; il convient toutefois de signaler que les pelouses tourbeuses des sources de la Tessaout, sur le flanc nord du m'Goun abritent quelques plantes exceptionnelles sur le Haut Atlas calcaire, que nous avons rangées parmi les caractéristiques du sous-secteur mégalatlasique occidental. Ce sont :

*Gentiana atlantica*
*Gentiana verna* ssp. *peneti*
*Deschampsia caespitosa* var. *atlantis*
*Gentiana Tornezyana*
*Parnassia palustris*
*Viola palustris*
*Euphrasia Willkommii*

Mais leur rareté sur le Haut Atlas de Demnat confirme en réalité cette façon de voir. Parmi les autres espèces communes au Haut Atlas de Marrakech et au Haut Atlas de Demnat, il faut encore citer :

*Festuca atlantica* ssp. *oxyphylla*
*Jasione humilis* var. *lanuginella*

De même quelques espèces sont à la fois caractéristiques du district du Haut Atlas de Demnat et de celui de l'Ahansal.

*Arenaria Mairei*
*Buxus sempervirens*
*Silene heterodonta* ssp. *parvula* var. *Thomsoni.*

***

*Le district du Haut Atlas de l'Ahansal* occupe l'axe de la chaîne mégalatlasique, depuis l'Azourki (inclus) jusqu'au plateau des lacs (exclus). Bien moins riche en endémiques que le district précédent, peut-être en partie encore en raison du nombre restreint de reconnaissances floristiques effectuées dans cette région, les espèces et types atlasiques spéciaux suivants permettent cependant de l'individualiser :

*Koeleria Caroli*
*Agropyrum festucoides* var. *pseudo-festucoides*
*Potentilla Guilliermondi* ssp. *eu-Guilliermondi* var. *brachypetala*
*Bupleurum Faurelii* var. *Tazzertense*
*Arenaria pungens* ssp. *parviflora*
*Campanula Sauvagei*
*Phagnalon Embergeri* ssp. *Lepineyi*
*Crepis Litardierei*
*Brassica elongata* ssp. *Imdrhaziana*
*Centaurea atlantica.*

Il faut adjoindre encore à cette liste *Prunus prostrata* var. *incana*, *Minuartia mutabilis* ssp. *Haranti* var. *preruptorum* et *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* var. *typicum* appartenant tous à des taxa d'orophytes méditerranéens.

Quelques espèces caractéristiques des districts orientaux arrivent également à l'état épars jusque dans le secteur du Haut Atlas de l'Ahansal : *Sedum Jaccardianum*, *Buffonia Murbecki.*

Les sommets de l'Adrar m'Korn avec *Campanula Vaillantii* et *Cytisus pulvinatus* méritent d'être considérés comme un sous-district spécial.

***

*Le district du Haut Atlas oriental*, très riche en formes endémiques et partant fort complexe, occupe toute la portion de la chaîne mégalatlasique à l'est du plateau des lacs (inclus). Avant d'en envisager brièvement l'étude, il convient de signaler les rapports étroits que présente ce district avec le district du Haut Atlas mégalatlasique, ces deux districts pouvant à la rigueur comme le montre la liste ci-dessous de types spéciaux communs à cet ensemble orographique, être groupés en un « superdistrict » spécial.

Sont en effet communs à ces deux districts :

*Asphodelus Ayardi*
*Buffonia Murbecki*
*Silene heterdonta* ssp. *platycalyx*
*Reseda Nainii*
*Bupleurum Faurelli* var. *typicum*
*Asperula Litardierei*
*Campanula saxifragoides* var. *genuina*
*Phagnalon Embergeri* ssp. *genuinum*
*Leucanthemum Redieri* var. *sericeum*
*Leucanthemum Redieri* var. *genuinum*
*Serratula nudicaulis* var. *transiens*
*Centaurea Litardeirei.*

De toute façon, le district du Haut Atlas oriental est caractérisé à l'heure actuelle par les espèces ci-dessous :

*Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* var. *ayachicus*
*Arenaria dyris*
*Centaurea Josiae* var. *typicus*
*Senecio lividus* var. *biennis*
*Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* var. *orientalis*
*Thymus serpyllum* var. *ayachicum* et var. *subayachicum.*

Divers sous-secteurs géographiques doivent être distingués :

— un sous-secteur pour la région du plateau des lacs à flore relativement pauvre, caractérisée toutefois par quelques types hygrophiles, *Carum lacuum* en premier chef;

— un sous-secteur pour le massif du Masker et les vallées environnantes riches en types rupicoles endémiques étroitement localisés :

*Amphinomia tapetiformis*
*Silene Guinetii*
*Digitalis lutea* ssp. *cedretorum*
*Festuca ovina* ssp. *eu-ovina* var. *Maskerensis*
*Festuca ovina* ssp. *eu-ovina* var. *Embergeri.*

C'est également dans ce sous-secteur (tourbière à Cypéracées au Tizi n'Inouzan) qu'existe la seule localité africaine de *Cardamine pratensis* (dans sa variété endémique *atlantica*).

Le massif de l'Ayachi constitue également à lui seul un sous-secteur hautement individualisé, puisqu'il possède en propre :

*Agropyrum Embergeri*
*Alyssum Embergeri*
*Arabis Humbertii*

*Draba oreadum* ssp. *Mariae-Aliciae*
*Draba hederefolia* ssp. *Cossonii* var. *Orientalis*
*Potentilla Guilliermondi* ssp. *Meinshoni*
*Campanula Guinocheti* var. *typica*
*Senecio Chalureaui*
*Taraxacum Humberti*
*Saxifraga pedemontana* var. *ayachica.*

Il faut enfin distinguer un sous-district méridional englobant sur le flanc sud de l'Atlas toute la zone des premonts calcaires depuis le Todrha jusqu'au mont des Aït Mesrouh. Cette portion de la chaîne n'est-elle caractérisée que par des critères négatifs ? C'est fort peu probable, mais nous manquons de documents à son sujet.

***

*Le district du Moyen Atlas oriental* occupe les crêtes culminales des chaînons du Bou Naceur, du Bou Iblane et du Tichchoukt.

Très riche du point de vue floristique, il est caractérisé par les types endémiques suivants :

* *Avena Jahandiezi* (1)
*Buffonia Strohli*
*Silene mesatlantica* var. *macrotricha*
*Astragalus Ibrahimianus* var. *mesatlanticus*
*Pitardia coerulescens*
* *Origanum elongatum*
* *Campanula velata* ssp. *mesatlantica*
*Erigeron Celerieri.*

Il faut également leur adjoindre quelques sous-espèces ou variétés endémiques appartenant à des taxa d'orophytes circum-méditerranéens :

*Vicia glauca* var. *mesatlantica*
*Potentilla caulescens* var. *mesatlantica*
*Digitalis lutea* ssp. *transiens* var. *mesatlantica*
*Genista scorpius* ssp. *intermedia*
*Carduncellus Pomelianus* var. *mesatlanticus*
*Galium pumilum* var. *mesatlanticum*
*Sideritis incana* var. *matris-filiae*

Le piton du Tichchoukt géographiquement le plus isolé peut constituer un sous-district spécial possédant en propre les micro-endémiques :

*Teucrium musimonum* var. *matris-filiae*
*Linum suffruticosum* ssp. *eu-suffruticosum* var. *matris-filiae*

(1) Les espèces précédées d'un astérisque débordent çà et là sur le Moyen Atlas.

*Brassica saxatilis* ssp. *Blancoana* var. *brevirostris*
*Anthyllis vulneraria* ssp. *matris-filiae*
*Paronychia Kapela* ssp. *pseudo-aretioides.*

Le Bou Naceur et le Bou Iblane possèdent par contre en propre :

*Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* var. *mesatlantica*
*Artemisia Flahaulti*
*Centaurea Theryi*
*Hieracium phlomoides* var. *mesatlanticum*
*Teucrium musimonum* var. *mesatlanticum*
*Brassica saxatilis* ssp. *repanda* var. *diplotaxiformis.*

*Koeleria Embergeri, Aster Pujosii, Minuartia Mairei, Saxifraga Luizetana, Calamagrostis argentea* ssp. *mesatlasica* sont jusqu'à ce jour spéciaux au chaînon du Bou Naceur.

Signalons encore parmi les espèces caractéristiques de ce sous-district, les rares *Valeriana globulariifolia, Phyteuma Charmelii* et *Draba tomentosa.*

***

Ainsi, bien que d'importants progrès restent à faire dans la connaissance de la flore mégalatlasique, et tout spécialement dans la précision de la répartition géographique de nombreuses espèces, à la lumière des données actuelles, il n'en reste pas moins possible d'établir une esquisse biogéographique traduisant la physionomie générale de la flore altimontaine atlasique.

L'élément endémique de très loin le plus abondant, puisqu'il groupe à lui seul près du tiers de l'ensemble de la flore, rend compte par ses variations des modifications générales de l'édifice floristique. L'appauvrissement progressif de l'est vers l'ouest des orophytes méditerranéens, le développement notable du lot d'espèces circumboréales ou eurasiatiques dans la portion siliceuse la plus élevée de la chaîne sont toutefois des contingences dont l'intérêt ne saurait être sous-estimé.

De toute façon, les divers districts qui ont été individualisés plus haut, correspondent indiscutablement à des centres d'endémisme et d'individualisation de flore.

Si certains endémiques très évolués représentent des types archaïques n'accusant, à l'heure actuelle, aucune tendance à l'évolution et partant, maintenant figés dans une aire de répartition exiguë, il s'agit, au contraire, bien souvent chez les types endémiques mégalatlasiques d'espèces ou plus exactement de groupes d'espèces en pleine évolution; l'exemple des *Leucanthemum* et de certains groupes de Campanules est de ce point de vue hautement évocateur, nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir sur ce problème.

Ainsi définis, ces différents districts, nous l'avons dit, peuvent être considérés comme autant de centres régionaux d'endémisme, de valeurs d'ailleurs très diverses.

Si l'on ne tient pas compte des formes (au sens systématique du mot)

endémiques dont la signification est bien faible et dont souvent la valeur taxonomique mériterait d'être pécise, on trouve donc :

— dans le district du Haut Atlas des Seksaouas :

une sous-espèce et 4 variétés endémiques;

— dans le district du Haut Atlas de Marrakech :

13 espèces,
5 sous-espèces,
19 variétés endémiques;

— dans le district du Haut Atlas de Demnat :

12 espèces,
5 sous-espèces,
17 variétés endémiques;

— dans le district du Haut Atlas de l'Ahansal :

6 espèces,
3 sous-espèces,
6 variétés endémiques;

— dans le district du Haut Atlas oriental :

8 espèces,
3 sous-espèces,
11 variétés endémiques;

— dans le district du Haut Atlas mégalatlasique :

11 espèces,
5 sous-espèces,
15 variétés endémiques.

### 2° LE SOUS-DOMAINE ALTIMONTAIN NUMIDIEN.

Le sous-domaine altimontain numidien est très loin de revêtir l'importance de son homologue marocain; il n'apparaît nettement que sur les crêtes culminales dénudées du Djurdjura et de l'Aurès; il n'occupe pas plus de 100 km². Il existe à l'état fragmentaire sur les sommets des Babors, des Monts du Bellezma et du Hodna, mais n'y individualise que des lambeaux de groupement et jamais un étage distinct. Il n'existe pas sur l'Atlas de Blida, le Zaccar, et se devine à peine sur les crêtes de l'Ouarsenis.

Les espèces suivantes permettent de l'individualiser :

— Espèces endémiques numides :

*Festuca algeriensis*
*Selinopsis montana*
*Senecio Gallerandianus*.

— Endémiques de souche mauritaniennes :

*Festuca deserti* ssp. *aurasiaca*
*Festuca atlantica* ssp. *eu-atlantica*.

— Endémiques de souche oro-méditerranéenne :

*Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* var. *genuinus*
*Onosma fastigiatum* ssp. *mauritanicum* var. *Kabylicum*
*Festuca ovina* ssp. *frigida* var. *numidica*
*Festuca ovina* ssp. *frigida* var. *Djurdjurae*.

Orophytes méditerranéens de souche orientale absents du sous-domaine marocain :

*Saponaria depressa*
*Scabiosa crenata*
*Euphorbia luteola*
*Daphne oleoides*
*Campanula trichocalycina*.

Il est possible de distinguer à l'intérieur du sous-domaine des hautes montagnes numides deux régions qui n'ont guère la valeur que de district :

— un district kabyle;
— un district aurasien.

***

Le district kabyle englobe les sommets du Djurdjura et se retrouve sur les crêtes des Babors. Il est caractérisé par :

*Arabis Doumeti*
*Pimpinella Battandieri*
*Galium Perralderii*
*Rhamnus alpina* var. *Kabylica*
*Lonicera Kabylica*
*Corydalis solida* var. *bracteosa*
*Potentilla caulescens* var. *Djurdjurae*.

Toutefois le Djurdjura possède en particulier un cortège important de types endémiques :

*Romulea Penzigi*
*Romulea Battandieri*
*Bunium Chaberti*
*Mattia gymnandra*
*Fedia calycina*
*Leontodon Djurdjurae*
*Poa ligulata* var. *Djurdjurae*

*Dryopteris aculeata* ssp. *lobata* var. *Djurdjurae*
*Avena bromoides* ssp. *australis* var. *dubia*
*Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* var. *pseudodemissus*
*Draba hispanica* var. *Djurdjurae*
*Alyssum alpestre* ssp. *serpyllifolium* var. *Djurdjurae*
*Amelanchier ovalis* var. *Djurdjurae*
*Vicia glauca* var. *montisferrati*
*Campanula rotundifolia* ssp. *macrorrhiza* var. *Djurdjurensis*
*Anthemis punctata* var. *Kabylica*
*Pimpinella Tragium* var. *Djurdjurae.*

Parmi les autres espèces orophiles de souche méditerranéenne caractéristiques du district kabyle et plus spécialement du Djurdjura, il faut encore citer (1) :

*Alopecurus Gerardi*
*Dianthus Balbisii* ssp. *medius*
*Sedum majellense*
*Anthyllis montana*
*Robertia taraxacioides.*

***

Le district aurasien, qui inclut tous les sommets du Sud constantinois possède comme espèce spéciale :

*Galium Murbecki*
*Erodium montanum*
*Centaurea Touggourensis*
*Hieracium Faurelii*
*Campanula rotundifolia* ssp. *macrorrhiza* var. *Kahenae*
*Vicia glauca* var. *aurasiaca*
*Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus*
*Crepis Faureliana.*

(1) Voir surtout à ce propos : Dubuis et Faurel 1949.

DEUXIÈME PARTIE

# LA VÉGÉTATION DES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

*L'étude de la végétation des hautes montagnes nord-africaines s'est poursuivie sans relâche depuis que la pénétration française a permis une exploration relativement aisée de ces sommets. En Algérie (Lapie 1909) a le premier donné une intéressante étude sur les formations de la Kabylie du Djurdjura. Au Maroc, les mémorables explorations du Haut Atlas par R. Maire et R. de Litardière, R. Maire, H. Humbert, L. Emberger nous ont valu la publication de plusieurs mémoires où étaient analysés les principaux groupements végétaux du massif du Toubkal, de l'Ayachi, du Rhat et du m'Goun. Nous-mêmes, en 1951, avons consacré un mémoire à la végétation du Haut Atlas calcaire ; la même année, Rault publiait également le résultat de ses observations au cours de la mission allemande sur le Haut Atlas. Toutefois aucun travail portant sur l'ensemble de la végétation orophile nord-africaine n'avait encore été publié.*

*En effet, grâce à l'incessante amélioration des moyens de pénétration dans le Haut Atlas, grâce à la connaissance déjà sérieuse de la flore, cette tâche semblait possible ; elle était d'ailleurs indispensable à la compréhension de la végétation orophile nord-africaine, et à sa mise en parallèle avec les ensembles homologues ibériques et pyrénéens.*

*Une première prise de contact avec la végétation du Haut Atlas, nous avait d'emblée montré son hétérogénéité et la tendance qu'accusaient les espèces appartenant à des éléments identiques à se rassembler en groupements bien définis ; de plus, la mise en parallèle d'ensembles vicariants, tant en Afrique du Nord qu'avec les montagnes du pourtour méditerranéen occidental, rendait nécessaire d'envisager l'étude au moins des principales associations végétales de ces sommets. Aussi, l'analyse phytosociologique était, à notre avis, la meilleure façon, sinon la plus simple, d'arriver à une connaissance aussi précise que possible, de l'édifice floristique oro-méditerranéen en Afrique du Nord. A priori, la tâche pouvait paraître ardue étant données l'étendue et les difficultés d'accès des régions à étudier ; mais un premier séjour sur le Haut Atlas nous a rapidement apporté l'assurance que c'était œuvre possible, pour deux raisons principales.*

*La pauvreté relative de la flore tout d'abord limite considérablement le nombre de solutions dans la constitution d'associations végétales ; la rigueur des facteurs climatiques ensuite joue un rôle prépondérant dans l'uniformisation des groupements végétaux. A l'inverse de ce qui se passe sur les montagnes européennes où les associations varient souvent considérablement d'une vallée à la vallée voisine, l'aire de distribution des principales associations atlasiques nous a paru tout de suite considérable ; sauf pour des cas particuliers (groupements rupicoles en particulier) elle s'étend, en général, à la totalité de l'Atlas sédimentaire. Comme par ailleurs, les surfaces à explorer en Algérie étaient fort réduites, il nous a paru préférable d'englober dans cette étude phytosociologique la totalité de la montagne méditerranéenne nord-africaine.*

*Certes, nous n'avons ni la prétention d'avoir tout vu, ni celle d'avoir effectué une œuvre définitive ; notre but n'a été que de dégager les grandes lignes de l'édifice phytosociologique atlasique ; ici encore, un travail d'ensemble, si imparfait soit-il, nous a paru plus utile qu'une monographie détaillée de la végétation d'un massif isolé dont la compréhension resterait aléatoire par manque d'éléments de comparaison.*

*Nous nous sommes d'ailleurs placé dans ce travail à un point de vue assez spécial. En effet, il faut le reconnaître, l'importance économique des groupements étudiés est assez mince, encore que les questions d'amélioration pastorale soient de plus en plus à l'ordre du jour ; l'analyse microclimatique précise de ce même ensemble pose des problèmes techniques, transport, mise en place, surveillance des appareils absolument insolubles dans les conditions actuelles. Par contre, la connaissance de la valeur biogéographique exacte de chaque groupement, ses rapports, et les modifications floristiques qu'il présente avec les groupements homologues des autres montagnes nord-africaines, espagnoles ou françaises nous a paru être l'axe d'intérêt de ce travail : ceci nous a d'ailleurs amené à effectuer un séjour en Sierra Nevada, massif encore à peu près inconnu des phytosociologues, dont l'intérêt en tant que jalon entre les systèmes pyrénéens et atlasiques s'imposait d'emblée à l'esprit.*

*D'ailleurs l'analyse phytosociologique d'une région donnée ne saurait être un but en elle-même ; dans le cas présent elle est susceptible, nous le verrons, d'apporter de précieux renseignements sur l'histoire du peuplement végétal des hautes montagnes nord-africaines.*

*Nous avons adopté dans ce chapitre une classification en unités supérieures sensiblement conforme aux normes établies par l'école Franco-Suisse. En effet, la distinction d'associations, d'alliances, d'ordres, de classes permet d'intéressantes mises en parallèles entre unités homologues. C'est par ailleurs un moyen de classification simple, le plus simple de tous ceux que l'on a proposés. D'autre part, les principaux reproches qui lui ont été adressés tombent à peu près totalement avec le sujet qui nous intéresse. Ayant étudié l'ensemble de la végétation orophile nord-africaine en effet, la classification que*

*nous proposons ne saurait subir dans l'avenir des modifications bien importantes. Aucun système de classification n'étant parfait et, les avantages de celui-ci nous ayant paru de très loin l'emporter sur ses inconvénients, nous l'avons adopté.*

*Tous nos relevés, sauf indication contraire, ont été effectués sur une surface de 100 m². Nous n'avons fait figurer dans nos tableaux, qu'un seul coefficient chiffrant la dominance; l'échelle de valeurs choisie est la suivante :*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| + | Recouvrement | | 0 | |
| 1 | Recouvrement compris entre | | 0 et | 4 % |
| 2 | Recouvrement compris entre | | 4 et | 16 % |
| 3 | Recouvrement compris entre | | 16 et | 36 % |
| 4 | Recouvrement compris entre | | 36 et | 64 % |
| 5 | Recouvrement compris entre | | 64 et | 100 % |

*Pour des raisons faciles à saisir, il n'a pas été possible d'assurer la publication de tous nos relevés. Nous avons été obligés de donner des listes synthétiques pour les groupements les plus homogènes (rupicoles en particulier), et pour ceux dont la valeur dans le paysage végétal, est très limitée.*

*Conformément aux souhaits formulés par les derniers congrès internationaux, nous n'avons pas fait suivre du nom de leur auteur, les noms des diverses associations étudiées; nous avons toutefois établi brièvement dans le texte, l'historique de celles qui étaient déjà connues.*

CHAPITRE PREMIER

# LES GROUPEMENTS RUPICOLES

## LA VÉGÉTATION DES ROCHERS

Les groupements rupicoles représentent sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord un des aspects les plus remarquables de la végétation. La richesse de leur flore, la présence de nombreuses espèces endémiques ou à aire disjointe, leur variété, enfin, posent, en effet, une série de problèmes biogéographiques susceptibles de fournir de précieux renseignements sur les origines de la flore de ces sommets.

Du point de vue phytosociologique, il est possible de distinguer deux groupes d'associations, le premier particulier au Haut Atlas et au Moyen Atlas oriental, le second spécial aux montagnes de Numidie. Ces unités phytosociologiques ne présentent d'ailleurs que peu de rapports avec les formations correspondantes des basses montagnes nord-africaines.

### 1° LES GROUPEMENTS RUPICOLES SUR LE HAUT ET LE MOYEN ATLAS ORIENTAL.

Les groupements rupicoles de hautes montagnes nord-africaines appartiennent à l'Ordre des Potentilletalia Caulescentis.

Y figurent en effet :

*Asplenium Ruta muraria*
*Asplenium viride*
*Rhamnus pumilla*
*Erinus alpinus*
*Lonicera pyrenaica*
*Potentilla caulescens.*

Dans un récent travail, nous avons défini pour ces groupements rupicoles une alliance spéciale : le Violion Saxifragae. Nos recherches ultérieures nous permettent d'étendre cette Alliance à l'ensemble des régions étudiées dans ce chapitre. Elle est caractérisée par les espèces suivantes :

*Viola saxifraga*
*Globularia Liouvillei*
*Silene mesatlantica*
*Silene Boryi*
*Chrysanthemum atlanticum.*

Toutefois, suivant que les associations qui s'y inscrivent prospèrent sur substrat siliceux ou calcaire, il est possible de distinguer deux sous-alliances caractérisées presque exclusivement par des couples d'écotypes respectivement calcifuges et calcicoles nous les nommerons respectivement Drabion Hederefoliae et Drabion Cossonii.

Lee espèces différentielles sont les suivantes :

| Drabion Hederefoliae | Drabion Cossonii |
|---|---|
| *Draba hederefolia* ssp. *eu-hederefolia* | *Draba hederefolia* ssp. *Cossonii* |
| *Kentranthus augustifolius* ssp. *maroccanus* | *Kentranthus augustifolius* ssp. *Battandieri* |
| *Arabis corringioides* var. *aphanostyla* | *Arabis corringioides* var. *leptostyla* |
| *Hypochoeris leontodontoides* var. *eu-leontodontoides.* | *Hypochoeris leontodontoides* var. *villosa* |
| | *Scabiosa Parieli* |
| | *Minuartia mutabilis* ssp. *Haranti* |
| | *Brassica saxatilis* ssp. *repanda.* |

D'une façon schématique, le Drabion Hederefoliae occupe le Grand Atlas central et occidental : massif de l'Erdouz, du Tichka, du Tinerguet et de l'Aoulime; le Drabion Cossonii, le Grand Atlas oriental (sensu lato) et le Moyen Atlas oriental où il est localisé sur les chaînes du Tichchoukt, du Bou Naceur et du Bou Iblane.

Avant d'envisager l'étude des divers groupements s'inscrivant dans l'Alliance Violon Saxifragae, il convient d'insister un instant sur le peu de spécificité que présentent sur les Atlas diverses plantes réputées, sur les montagnes d'Europe, calcicoles ou calcifuges strictes. En effet, alors que sur les Alpes par exemple, il a été possible de distinguer deux classes respectivement caractéristiques des rochers siliceux et des rochers calcaires, sur le Grand Atlas, la totalité de la végétation rupicole appartient à l'Ordre des Potentilletalia Caulescentis, et c'est à peine si l'on peut individualiser deux sous-alliances respectivement calcifuges et calcicoles. Rencontrer *Lonicera pyrenaica, Rhamnus alpina, Asplenium Ruta muraria, Asplenium viride* aussi bien sur le granit que sur les dolomies liasiques peut être déroutant, d'autant que les systématiciens mêmes les plus experts, ne sont pas parvenus, pour les espèces

précédentes, à discerner la moindre variation entre les colonies calcicoles et calcifuges. Les autres types de groupements végétaux fournissent d'ailleurs des exemples analogues. Nous verrons ultérieurement quelle interprétation il est possible de fournir à ces faits.

***

## *LES GROUPEMENTS RUPICOLES DANS LE GRAND ATLAS CENTRAL ET OCCIDENTAL*

Nous avons rencontré quatre types de groupements végétaux sur les sommets primitifs du Haut Atlas central et occidental. Ce sont :

— l'association à *Draba oreadum* ssp. *normalis* et *Saxifraga pedemontana* var. *demnatensis ;*

— l'association à *Silene dyris* var. *genuina* et *Silene Boryi* var. *ouensae ;*

— l'association à *Saxifraga Maireana* et *Phagnalon platyphyllum ;*

— l'association à *Campanula Embergeri* ssp. *typica* et *Erodium atlanticum.*

### 1° Association à ***Draba Oreadum*** ssp. ***normalis*** (Drabetum oreadae).

Ce groupement décrit pour la première fois par Maire en 1924 est étroitement localisé sur les rochers desséchés des plus hauts sommets du massif du Toubkal. Sa limite altitudinale inférieure se situe aux environs de 3 400 m et il s'élève jusqu'au sommet du Toubkal (4 165 m).

Nous possédons 7 relevés de ce groupement; ils ont été pris dans les localités ci-dessous :

1 — Haute Reraya : Rochers à droite du refuge Neltner (3 400 m).
2 — Haute Reraya : Rochers au Tizi n'Ouanouns (3 550 m).
3 — Rochers sous l'aiguille du Tadat (3 680 m).
4 — Ouenkrim – versant E. (3 800 m).
5 — Versant N. du Tazerhart (3 700 m).
6 — Rochers au Tizi n'Ouagane (3 600 m).
7 — Rochers exposés à l'E. au sommet du Toubkal (4 050 m).

Sa composition floristique est la suivante :

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Draba Oreadum* ssp. *normalis* . . . . . | 5 |
| *Saxifraga pedemontana* ssp. *demnatensis* . . . . . | 5 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Arabis corringioides* var. *aphanostyla* | 5 |
| *Draba hederefolia* ssp. *eu-hederefolia* | 4 |
| *Hypochoeris leontodentoides* var. *eu-leontodontoides* | 2 |
| *Hieracium amplexicaule* | 3 |
| *Cystopteris fragilis* | 3 |
| *Asplenium viride* | 1 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Polycarpon polycarpoides* ssp. *herniarioides* | 3 |
| *Sedum surculosum* | 3 |
| *Festuca ovina* ssp. *Dyris* | 2 |
| *Bellis coerulescens* | 2 |

Sur le sommet de l'Andromeur, *Draba oreadum* ssp. *normalis* var. *anremerica* remplace *Draba oreadum* ssp. *normalis* var. *typica* mais la constitution du groupement reste analogue. La ségrégation variétale de *Draba oreadum* ssp. *normalis* répond à l'existence de deux écotypes respectivement calcifuge et calcicole de cette sous-espèce. L'Andromeur étant d'ailleurs le sommet calcaire le plus proche du massif cristallin, il est normal d'y retrouver quelques-unes des espèces des hauts sommets siliceux, souvent dans des variétés endémiques (voir en particulier dans l'association à *Viola dyris* var. *anremerica*).

L'association à *Draba oreadum* est spéciale aux plus hauts sommets du Grand Atlas central : elle présente cependant d'étroites affinités avec le Drabetum Oreadae Ayachicum particulier aux plus hauts sommets du J. Ayachi (cf. *infra*).

2° Association à ***Silene dyris*** var. ***typica*** et ***Silene Boryi*** var. ***Ouensae.***

Le même type de groupement végétal existe sur les rochers du Grand Atlas central et occidental entre les altitudes de 2 500 et de 3 400 m sur le versant nord de la chaîne tout au moins. Cette association assez mal individualisée, caractérisée surtout par les deux *Silene* qui permettent de la nommer et par *Asplenium septentrionale* offre deux aspects assez différents. Dans le Grand Atlas occidental, *Phagnalon helichrysoides* var. *nitidum*, *Matthiola saxatilis* var. *occidentalis* et *Minuartia mutabilis* ssp. *stereoneura* var. *eu-stereoneura* individualisent la sous-association Occidentale qui présente son développement optimum sur les rochers primitifs cambriens et granitiques du plateau du Tichka.

Dans le massif du Toubkal, le cortège des caractéristiques est très appauvri, *Silene dyris* présente là, toutefois, son développement optimum. Enfin, sur les rochers suintants, *Sedum atlanticum* surtout dans sa var. *fuscum*, *Arabis erubescens* et *Asplenium viride* caractérisent la sous-association à *Arabis erubescens*. C'est également dans ce type de station que *Draba hederefolia* présente son degré de fréquence le plus élevé.

| Numéros des relevés : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques de l'association :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Silene dyris var. typica | . | I | + | . | + | + | . | I | I | I | . | I | + | + | . | + | + | . |
| Silene Boryi var. ouensae | I | I | + | + | I | I | I | . | + | + | + | . | . | . | I | . | . | . |
| Asplenium septentrionale | . | . | . | + | . | + | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . |
| **Différentielles de la sous ass. Occidentale :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phagnalon helichrysoides var. nitidum | I | I | + | I | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Matthiola saxatilis var. occidentalis | . | . | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Minuartia mutabilis var. eu-stereoneura | + | . | + | I | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Différentielles de la sous ass. à Arabis erubescens :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arabis erubescens | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | I | I | I |
| Asplenium viride | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | + | + |
| Sedum surculosum var. fuscum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | I | + |
| **Caractéristiques des unités supérieures :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hypochoeris leontodontoides var. eu-leontodontoides | . | + | I | + | . | I | + | . | I | I | . | . | + | + | + | . | . | . |
| Kentranthus angustifolius ssp.marocanus | . | . | I | I | I | . | + | + | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . |
| Arabis corringioides var. aphanostyla | . | I | + | . | + | . | I | I | . | . | I | I | + | . | + | + | I | . |
| Draba hederaefolia ssp.eu-hederaefolia | . | . | . | + | + | . | . | . | + | . | . | . | . | + | + | I | . | I |
| Globularia Liouvillei | . | . | I | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Chrysanthemum atlanticum | + | . | . | I | . | + | + | + | . | I | I | . | . | I | + | . | . | . |
| Viola saxifraga | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Hieracium applexicaule | I | . | . | + | + | + | + | . | + | I | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Arabis alpina ssp. caucasica | . | . | + | + | I | + | . | I | . | + | . | . | + | . | + | + | I | I |
| Polypodium vulgare | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Rhamnus alpina | . | I | + | . | . | . | + | + | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . |
| Lonicera pyrenaica | I | + | . | + | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Asplenium trichomanes | . | . | . | + | . | . | . | + | . | + | + | + | . | + | + | . | . | . |
| Sedum dasyphyllum | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . | + | . |
| Cystopteris fragilis | . | . | . | + | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Asplenium ruta-muraria | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Linaria flexuosa | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . |
| **Compagnes principales :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bellis coerulescens | + | . | + | + | + | . | . | + | + | + | . | I | + | . | . | I | I | I |
| Arenaria pungens | . | . | . | . | I | I | . | + | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . |
| Alyssum spinosum | + | . | I | . | . | + | I | I | I | I | I | . | . | + | . | . | . | + |
| Erysimum Bocconei | + | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Erodium cheilanthifolium | . | + | + | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Diantus Gaditanus | . | . | I | . | + | + | . | . | I | . | + | + | . | . | + | . | . | . |
| Myosotis alpestris ssp.albomarginata | . | . | . | . | I | I | . | I | . | + | . | . | . | . | + | + | I | I |
| Alsine verna ssp. kabylica | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . |

TABLEAU I.

Nous possédons 18 relevés de ce groupement; ils proviennent des localités suivantes :

Sous-association OCCIDENTALE :

1 — Ras Moulay Ali versant W. (2 900 m).
2 — Agres Kaoune, flanc E. (2 850 m).
3 — Rochers au Tizi n'Ousdim (2 680 m).
4 — Ager oukladène, flanc N. (3 000 m).
5 — Aourir n'Tiddaf, flanc N. 3 000 m).
6 — Rochers près de la source du n'Fiss (3 150 m).
7 — Tamguerd Imadène, flanc N.-W. (3 200 m).
8 — Isougane Ouagouns.
9 — Flanc N.-E. du Tazerharht (3 000 m).
10 — 2 km au N.-E. du Refuge de Lepiney (2 800 m).
11 — Près du Refuge de Lepiney, exp. W. (3 150 m).
12 — 1 km en aval du Refuge Neltner (2 800 m).
13 — Aremd, exp. W (2 300 m).
14 — Reraya, près du Refuge Neltner (3 300 m).
15 — Haute vallée des Seksaouas en amont d'Affensou (2 400 m).
16 — Près de Sidi Chamarouche (2 900 m).
17 — Flan E. de l'agdal Bouidarène (3 100 m).
18 — Rochers suintants près du Refuge de Lepiney (3 000 m).

L'association à *Silene dyris* est extrêmement répandue sur les rochers primitifs porphyriques, granitiques, schisteux et même calcaires du Grand Atlas central et occidental, mais elle offre souvent (dans le massif du Toubkal en particulier) un cortège floristique très fragmentaire; elle peut être considérée comme la vicariante écologique du SAXIFRAGETUM GAUSSENII du Grand et du Moyen Atlas calcaire; sa sous-association à *Arabis erubescens* est par contre l'homologue du SARCOCAPNETUM ATLANTIS.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, cette association ne présente que très peu de rapports avec les groupements rupicoles colonisant les schistes culminaux de la Sierra Nevada. Si l'on excepte les caractéristiques de la classe et de l'ordre, seuls *Silene Boryi* et *Kentranthus angustifolius* sont communs aux deux chaînes, mais toutes deux dans des sous-espèces spéciales.

Parmi les six espèces caractéristiques figurent trois micro-endémiques présentant leur centre de dispersion dans le Grand Atlas occidental. Il s'agit de *Phagnalon helichrysoides* var. *nitidum* découvert par EMBERGER en 1933, au Tizi n'Ousdim, de *Silene Boryi* var. *Ouensae* qui atteint sa limite orientale sur les rochers du Tazerhart, et de *Matthiola perennis* var. *occidentalis*. Cette variété spéciale aux schistes cambriens des plus hauts sommets du Grand Atlas occidental représente une population isolée fort remarquable de cette espèce qui fait défaut sur tous les hauts sommets du Grand Atlas central. *Silene dyris*, autre espèce caractéristique trouve dans cette association son développement optimal; il existe toutefois également çà et là tout au long de la chaîne calcaire : J. Rhat (EMBERGER, QUEZEL); J. Ayachi (GUINET, VILMORIN et SAUVAGE). *Asplenium septentrionale*, très rare dans le massif du Toubkal a été retrouvé par nous dans le Grand Atlas des Sesaouas; il existe également sur le Rif (Mont Tidighin) et sur la Sierra Nevada. Enfin, la var. *eu-stereoneura* de *Minuartia mutabilis* ne sort pas, dans le Grand Atlas occidental de l'association à *Silene dyris. Arabis erubescens*, différentielle de la sous-association des rochers suintants n'est pas rare sur toute la haute chaîne. Il existe également sur le Mont Andromer.

### 3° Association à ***Saxifraga Maireana*** et ***Phagnalon platyphyllum.***

Ce remarquable groupement est spécial aux rochers schisteux et surtout gréseux de la portion orientale du Grand Atlas central. Il occupe en général, la périphérie du massif à des altitudes comprises entre 2 000 et 3 000 m et présente son extension principale dans le massif du Bou Ourioul.

Suivant l'exposition, deux sous-associations doivent être distinguées : sur les versants nord, *Saxifraga Maireana* et *Sarcocapnos crassifolia* var. *subspeciosa* sont abondants, sur les versants sud par contre, *Sempervivum atlanticum* et *Centaurea incana* var. *fulgida* permettent d'individualiser une sous-association spéciale.

Nous possédons treize relevés du groupement, ils proviennent des localités suivantes :

— Sous-association à *Sarcocapnos subspeciosa :*

1 — Massif du Tazerhart, cascades sous les Azibs Tamzikht (2 800 m).
2 — Massif du Tazerhart, cascades sous les Azibs Tamzikht (2 800 m).
3 — Massif du Tazerhart, gorges de l'Acif n'Ouarrou (2 700 m).
4 — Massif du Toubkal, Rochers au-dessus de Sidi Chamarouche (2 600 m).
5 — Ouka – J. Tizerag, sous la table d'orientation (2 700 m).
6 — Ouka – même localité 500 mètres à l'E. (2 650 m).
7 — Bou Ourioul, Versant W. (2 600 m).
8 — Bou Ourioul, Versant W, gorges de l'Acif (2 500 m).
9 — Bou Ourioul (2 400 m).

— Sous-association à *Sempervivum atlanticum :*

10 — Bou Ourioul (2 500 m).
11 — Oukaimeden : J. Tizerag (2 700 m).
12 — Sidi Chamarouche (2 650 m).
13 — Rochers près des azibs Tamzikht (2 650 m).

Voici la constitution floristique de l'association :

— Caractéristiques de l'association :

| | | |
|---|---|---|
| *Saxifraga Maireana* | 4 | 1 |
| *Phagnalon platyphyllum* | 5 | 5 |
| *Sarcocapnos crassifolia* ssp. *subspeciosa* | 2 | . |

— Différentielles de la sous-association à *Sempervivum* :

| | | |
|---|---|---|
| *Sempervivum atlanticum* | 1 | 5 |
| *Centaurea incana* var. *fulgida* | . | 3 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | | |
|---|---|---|
| *Kentrantus angustifolius* ssp. *marocanus* | 3 | 3 |
| *Arabis corringiodes* var. *aphanostyla* | 1 | 1 |
| *Hypochoeris leontodontoides* var. *eu-leondontoides* | 3 | 3 |
| *Draba hederefolia* ssp. *eu-hederefolia* | 1 | . |
| *Phagnalon helichrysoides* | 4 | 4 |
| *Leucanthemum atlanticum* | 2 | . |
| *Rhamnus alpina* | 5 | 2 |
| *Arabis alpina* ssp. *caucasica* | 5 | 2 |
| *Hieracium amplexicaule* | 2 | 2 |
| *Asplenium Trichomanes* | 1 | 1 |
| *Asplenium Ruta-muraria* | 1 | . |

— Compagnes principales :

| | | |
|---|---|---|
| *Alyssum spinosum* | 3 | 4 |
| *Dianthus Gaditanus* | 3 | 2 |
| *Ephedra major* | 1 | 2 |
| *Arabis hirsuta* | 2 | 1 |
| *Alsine verna* ssp. *kabylica* | 1 | 1 |
| *Bellis coerulescens* | 2 | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| *Pimpinella Tragium* | 1 | 1 |
| *Sorbus Aria* | | 1 |
| *Cotoneaster nummularia* | | 1 |
| *Bupleurum montanum* | | 1 |

Parmi les caractéristiques de cette association figurent plusieurs espèces fort remarquables : il s'agit tout d'abord de *Phagnalon platyphyllum* endémique du Grand Atlas central appartenant à la section *Gnaphaliopsis* spéciale aux Atlas où elle groupe quatre espèces (cf. *supra*), *Saxifraga Maireana* s'inscrit dans la sous-section *Exarato-Moschatae* des *Dactyloides ;* cette espèce toujours rare et localisée est voisine de *S. mixta* pyrénéen et plus encore du *S. nevadensis* des hauts sommets schisteux de la Sierra Nevada, cette constatation, jointe à la présence simultanée de deux *Sempervivum* affines dans le Saxifragetum Maireanae et dans le Saxifragetum Nevadensis permet de considérer ces deux groupements comme vicariants tant écologiques que floristiques. Sur la Sierra Nevada toutefois, *Sempervivum tectorum* présente son plus haut degré de fréquence dans le groupement à *Kentranthus nevadensis* et *Sedum brevifolium* (cf. Quézel, 1953) spécial aux rochers schisteux mais moins alticole que le groupement à *Saxifraga nevadensis*. Ces deux associations névadéennes correspondent donc plus exactement à chacune des deux sous-associations décrites plus haut. Mais alors que sur la Sierra Nevada, les groupements rupicoles calcifuges s'inscrivent encore dans l'alliance Androsacion Vandelli spéciale aux rochers siliceux des hautes montagnes européennes, les groupements atlasiques s'encartent comme nous l'avons dit dans l'alliance Violon Saxifragae.

L'association à *Saxifraga Maireana* et *Phagnalon platyphyllum* ne possède pas d'homologue sur la haute chaîne calcaire atlasique.

### 4° Association à ***Campanula Embergeri*** ssp. ***typica*** et ***Erodium atlanticum***

Le dernier groupement spécial aux rochers schisteux du Grand Atlas central et occidental prospère dans les vallées du versant nord à des altitudes comprises entre 1 800 et 2 500 m. Il s'agit là d'ailleurs d'une association nettement thermophile possédant déjà divers éléments caractéristiques de l'alliance Rupicapnion Maroccanae *(Calendula suffruticosa* var. *maroccana, Galium Bourgaeanum)*. Le Campanuletum Embergeri est particulièrement bien représenté dans la haute vallée des Seksaouas.

Nous en possédons 10 relevés :

1 — Vallée de Seksaouas 5 km en amont d'Affensou, rochers le long de l'Acif (2 150 m).
2 — 300 m au Sud de 1. (2 100 m).
3 — Rochers sur le versant W. du Ras Moulay Ali (2 300 m).
4 — Ras Moulay Ali – versant N.-W. (2 450 m).
5 — Rochers en amont de Asif Lalou (2 400 m).
6 — Haute vallée de l'Acif Lalou : gorges supérieures (2 600 m).
7 — Rochers au-dessus d'Artois (Ida n'Gourioune) (2 600 m).
8 — Massif de Tazerhart – rochers au-dessus de Tizi Oussem (2 600 m).
9 — Rochers du Tizi m'Zic à l'W. d'Aremd (2 400).
10 — J. Siroua, flanc N.-W. (2 450 m).

La composition floristique de l'association est donnée dans le tableau ci-dessous :

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Campanula Embergeri* ssp. *typica* | 5 |
| *Erodium atlanticum* | 3 |
| *Leucanthemum depressum* | 3 |
| *Calamentha atlantica* | 5 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Hypochoeris leontodontoides* var. *eu-leontodontoides* | 4 |
| *Kentranthus angustifolius* ssp. *marocanus* | 3 |
| *Viola saxifraga* | 1 |
| *Leucanthemum atlanticum* | 1 |
| *Hieracium amplexicaule* | 3 |
| *Lonicera pyrenaica* | 3 |
| *Sedum dasyphyllum* | 2 |
| *Ceterach officinarum* | 2 |
| *Polypodium vulgare* | 2 |
| *Asplenium Trichomanes* | 1 |
| *Phagnalon saxatile* | 1 |
| *Saxifraga globulifera* var. | 1 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Dianthus gaditanus* | 3 |
| *Micromeria Hochreutineri* | 3 |
| *Rhamnus lycioides* | 3 |
| *Bellis coerulescens* | 3 |
| *Ononis atlantica* | 2 |
| *Alyssum spinosum* | 2 |
| *Seseli Libanotis* | 2 |
| *Cotoneaster integerrina* | 2 |
| *Avena filifolia* | 2 |
| *Sanguisorba minor* | 2 |

Vers sa limite altitudinale inférieure, le *Campanuletum Embergeri* entre en contact avec le groupement à *Phagnalon atlanticum* et *Campanula filicaulis* var. *pseudo-antiatlantica* des basses montagnes siliceuses des Seksaouas; cette association caractérisée encore par *Euphorbia rimarum* et *Galium aureum* entre dans l'alliance Rupicapnion Maroccanae.

L'association à *Campanula Embergeri* et *Erodium atlanticum* possède son centre de développement dans le Grand Atlas occidental; parmi les caractéristiques figurent deux espèces endémiques : *Leucanthemum depressum* et *Campanula Embergeri* ssp. *typica;* il est difficile de chercher à la rapprocher de tout autre groupement atlasique; elle représente une entité, floristiquement assez mal individualisée, mais toutefois endémique du Grand Atlas siliceux et plus particulièrement de la région des Seksaouas.

***

## *LES GROUPEMENTS RUPICOLES DANS LE GRAND ATLAS ET LE MOYEN ATLAS ORIENTAUX*

Les rochers calcaires du Grand Atlas oriental et des chaînons orientaux du Moyen Atlas hébergent un grand nombre de groupements végétaux tous très remarquables. Nous en avons dénombré 11 faisant partie de la sous-alliance Drabion Cossonii. Il est toutefois possible de les répartir en trois séries :

— la première ne comprenant qu'une association correspond au groupement des rochers culminaux à l'étage des hémicryptophytes; il s'agit du Drabetum Oreadae Ayachicum spécial au J. Ayachi et vicariant du Drabetum Oreadae du Massif du Toubkal;

— la seconde, avec quatre associations, représente la végétation commune à l'ensemble des Atlas orientaux, seules les disjonctions secondes d'aires ont déterminé la fragmentation en associations distinctes. Ce groupe d'associations dont chacune possède en propre une variété endémique de *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* est surtout localisé sur les rochers exposés au nord et sur les parois des gorges étroites. Pour rappeler leurs analogies, nous avons désigné comme suit les divers groupements qui le constituent.

Saxifragetum Gausseni Rhaticum : J. Rhat, J. Aori, m'Goun,

Saxifragetum Gausseni Ahansalicum : J. Azourki, J. Aïoui, J. Imdrhas,

Saxifragetum Gausseni Ayachicum : J. Ayachi, J. Masker,

Saxifragetum Gausseni Mesatlanticum : J. Bou Naceur, J. Bou Iblane, J. Tichchoukt;

— la troisième série groupe les associations endémiques d'un massif donné. Il s'agit des :

Sarcocapnetum Baeticae Atlantis : J. Rhat, J. Aioui, m'Goun,

Anthyllidetum Warnieri : Contreforts septentrionaux du J. Rhat et du m'Goun,

Arenarietum Dyris : J. Ayachi et J. Masker,

Erigeroneto-Valerianetum : Bou Naceur, Bou Iblane,

Pitardietum Coerulescentis : Bou Naceur.

Nous avons inclu dans cette série le Gnaphalietum Genevoisi spécial aux dolines à neige du J. Rhat et du m'Goun.

1° ***Le groupement des rochers culminaux du J. Ayachi :*** DRABETUM OREADAE AYACHICUM.

A partir de 3 500 m, les rochers calcaires culminaux du Massif de l'Ayachi sont colonisés par un groupement fort réduit mais remarquable à plusieurs points de vue.

Parmi les espèces qui le caractérisent, quatre sur quatre sont des exclusives strictes et des microendémiques différenciés à partir d'espèces largement répandues tout au long de la chaîne *Draba oreadum* spp. *Mariae-Aliciae* correspond au *D. oreadum* ssp. *normalis* du Massif du Toubkal. L'absence de cette espèce sur une partie de la chaîne du Grand Atlas calcaire est difficilement explicable, toutes nos recherches pour la découvrir sur le Massif du Rhat en particulier sont demeurées vaines. *Saxifraga pedemontana* var. *Ayachica* est affine de *S. pedemontana* var. *demnatensis* enfin *Potentilla Guilliermondi* et *Draba hederefolia* ssp. *Cossonii* ont individualisé là des types endémiques.

Le DRABETUM OREADAE AYACHICUM représente le vicariant calcicole tant écologique que floristique du DRABETUM OREADAE du Toubkal décrit plus haut; toutefois, il ne saurait représenter un simple aspect de ce dernier groupement, car, l'un et l'autre appartiennent à deux sous-alliances différentes et leur composition floristique est très différente. Les analogies signalées dans la liste de leurs caractéristiques respectives ne fait que traduire l'analogie des facteurs climatiques qui localise sur ces sommets une flore très pauvre mais très spécialisée. Enfin, l'association de l'Ayachi présente un degré d'endémisme très supérieur à celui qu'accuse celle du Toubkal.

Nous possédons 5 relevés de cette association; ils proviennent tous des plus hauts sommets du massif de l'Ayachi (cf. QUEZEL 1952).

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Draba Oreadum* ssp. *Mariae-Aliciae* | 4 |
| *Saxifraga pedemontana* var. *Ayachica* | 3 |
| *Potentilla Guilliermondi* ssp. *Meinshoni* | 1 |
| *Draba hederefolia* var. *orientalis* | 2 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Hypochoeris leontodontoides* var. *villosa* | 2 |
| *Leucanthemum arundanum* var. *Mairei* | 2 |
| *Viola saxifraga* | 1 |
| *Cystopteris fragilis* | 3 |
| *Asplenium Ruta muraria* | 2 |

— Compagnes :

| | |
|---|---|
| *Matthiola perennis* var. | 2 |
| *Geranium nanum* ssp. *cinereum* | 2 |

### 2° *Les groupements rupicoles à Saxifraga longifolia ssp. Gausseni.*

L'étude des quatre groupements rupicoles atlasiques où se rencontre *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* (sensu lato) constitue certainement un des chapitres les plus attachants dans l'analyse sociologique de la végétation de ce massif. Seule d'ailleurs, une connaissance des divers noyaux orographiques épars tout au long de la chaîne permet de se faire une idée satisfaisante de cet ensemble phytosociologique à première vue chaotique, mais répondant en réalité à des données très précises dont l'interprétation ci-dessous est trop satisfaisante pour être rejetée, bien qu'elle dépasse un peu le cadre de la Phytosociologie classique.

Nous envisagerons successivement les caractères généraux des quatre groupements qui s'incluent dans ce groupe, nous réservant d'étudier en bloc par la suite leur organisation sociologique et leur composition floristique.

#### *a*) Saxifragetum Gausseni Rhaticum (Saxifragetum Longifoliae Gausseni, Quézel 1952).

Ce groupement est spécial aux rochers calcaires exposés au nord sur le Massif du Rhat et sur les sommets voisins; il présente son optimum de développement vers l'altitude de 3 000 m; il peut s'élever jusqu'à 3 500 m, mais son cortège floristique s'appauvrit peu à peu. Au-dessous de 2 400 m, il est remplacé progressivement par le groupement à *Anthyllis Warnieri*. Sur les rochers exposés au sud, il cède la place sur tout le plateau du Rhat à l'Arenarietum Mairei.

Nous possédons 9 relevés de ce groupement; ils ont été effectués dans les localités suivantes :

1 — Rhat – gorges inférieures de l'acif Ouaouzid (3 000 m)
2 — Rochers sur le flanc S.-E. du Rhat S.-E. (3 100 m)
3 — Rochers de part et d'autre du Tizi n'Aït Mallal (3 200 m)
3 — Rochers de part et d'autre du Tizi n'Aït Mallal (3 150 m).
5 — Rochers au N.-W. du Tizi n'Ferdi (3 200 m).
6 — Versant N. du Rhat – rochers au-dessus de Tirsal (3 900 m).
7 — m'Goun : flanc N. au-dessus du Tizi Tamoughmart (3 300 m)
8-9 — m'Goun : gorges supérieures de la Tessaout (3 100 m).

#### *b*) Saxifragetum Gausseni Ahansalicum.

Les parois rocheuses exposées au nord et gorges étroites dans tout l'Atlas de la Zaouia Ahansal sont colonisées par ce groupement nettement moins alticole que le précédent; il se rencontre en effet à des altitudes comprises entre 2 300 et 3 000 m.

Les relevés que nous en possédons proviennent du versant nord du J. Azourki et du J. Aioui ainsi que des gorges de l'Akka n'Tazzert :

1 — Versant N. de l'Aioui (2 700 m).
2 — Partie inférieure de l'Akka n'Tazzert (2 350 m).
3 — Partie supérieure de l'Akka n'Tazzert (2 900 m).

4 — Partie supérieure de l'Akka n'Tazzert (3 000 m).
5 — Petite gorge collatérale allant de l'Akka n'Tazzert au Tizi n'Tilrist.
6 — Petite gorge collatérale allant de l'Akka n'Tazzert au Tizi n'Tilrist.
7 — Partie supérieure de l'Akka n'Tazzert (2 750).

*c*) Saxifragetum Gausseni Ayachicum (Biscutelletum Frutescentis Ayachicum, Quézel 1952).

Pour une raison d'uniformité nous avons nommé ainsi l'association à *Biscutella frutescens* décrite par nous dans un précédent travail.

Ce groupement est caractéristique des rochers exposés au nord sur le J. Ayachi et le J. Masker; son optimum altitudinal se situe aux environs de 2 800 m. Nous en possédons 7 relevés; ils proviennent des localités suivantes :

1 — J. Ayachi : gorge intérieure dite de Tarart (3 150 m)
2 — J. Ayachi : gorge intérieure dite de Tarart (3 100 m)
3 — J. Ayachi : gorge intérieure dite de Tarart (3 100 m).
4 — Versant N. du J. Ayachi (3 200 m).
5 — Versant N. du J. Ayachi (3 300 m).
6 — Ayachi : Akka n'Ijimi (2 600 m).
7 — Akka n'Ijimi (2 600 m).

*d*) Saxifragetum Gausseni Mesatlanticum.

C'est le groupement des parois nord du Moyen Atlas oriental. Son optimum de développement se situe aux environs de 2 800 m.

Nos relevés proviennent des stations suivantes :

1 — Chaîne du Bou Iblane : sur diverses barres rocheuses (3 100 m).
2 — Chaîne du Bou Iblane : sur diverses barres rocheuses (3 500 m).
3 — Chaîne du Bou Iblane : sur diverses barres rocheuses (2 900 m).
4 — Chaînes du Bou Naceur : en diverses expositions (2 900 m).
5 — Chaînes du Bou Naceur : en diverses expositions (3 150 m).
6 — Chaînes du Bou Naceur : en diverses expositions (3 000 m).
7 — Chaînes du Bou Naceur : en diverses expositions (3 000 m).
8 — J. Tichchoukt au Lalla Oum el Bent (2 600 m).

— Caractéristiques des associations :

| | |
|---|---|
| *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* var *rhatica* . . . | 2 |
| *Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica* . . . . . | 5 |
| *Geranium cinereum* ssp. *nanum* . . . . . | 5 |
| *Campanula Guinochetii* var. *rhatica*. . . . . | 3 |
| *Biscutella frutescens* var. *rhatica* . . . . . | 1 |

| | |
|---|---|
| *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* var. *typica*. . . . | 5 |
| *Phagnalon Embergeri* ssp. *Lepineyi*. . . . . | 3 |
| *Campanula Sauvagei*. . . . . | 3 |
| *Koeleria Caroli*. . . . . | 2 |
| *Bupleurum Faurelii* var. *Tazzertense* . . . . . | 1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* var. *orientalis* | | | 5 | |
| *Biscutella frutescens* var. *papillosa* | | | 5 | |
| *Campanula saxifragoides* | | | 4 | |
| *Campanula Guinochetti* var. *typica* | | | 2 | |
| *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* var. *mesatlantica* | | | | 1 |
| *Potentilla caulescens* var. *mesatlantica* | | | | 5 |
| *Hieracium Phlomoides* ssp. *mesatlanticum* | | | | 3 |
| *Koeleria Embergeri* | | | | |
| *Alsine Mairei* | | | | 3 |
| *Phyteuma Charmelii* | | | | 2 |
| *Campanula velata* ssp. *mesatlantica* | | | | 2 |
| *Ribes alpinum* | | | 3 | 4 |
| *Phagnalon Embergeri* ssp. *typicum* | | | 1 | 2 |
| *Bupleurum Faureli* var. *typicum* | | | 1 | 1 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Draba hederefolia* ssp. *Cossonii* | 5 | 5 | 2 | 3 |
| *Hypochoeris leontodontoides* var. *villosa* | 3 | 3 | 1 | 5 |
| *Kentranthus angustifolius* ssp. *Battandieri* | 1 | 2 | 1 | 3 |
| *Brassica repanda* var. | 4 | 4 | 2 | 2 |
| *Campanula Mairei* var. *Flahaultiana* | 2 | 4 | 4 | . |
| *Minuartia mutabilis* ssp. *Haranti* | 1 | 2 | . | . |
| *Asplenium Seelosii* var. *glabrum* | 1 | . | . | 1 |
| *Viola saxifraga* | 5 | 5 | 5 | 5 |
| *Globularia Liouvillei* | 3 | 3 | 2 | 2 |
| *Silene mesatlantica* | 5 | 4 | 3 | 3 |
| *Leucanthemum Redieri* | 1 | 3 | . | 2 |
| *Leucanthemum atlanticum* | 3 | 2 | 1 | 1 |
| *Leucanthemum arundanum* var. *Mairei* | 1 | 2 | 3 | 2 |
| *Silene Boryi* | 2 | 2 | 1 | 2 |
| *Phagnalon helichrysoides* | 2 | 1 | 2 | 1 |
| *Scabiosa Parieli* | . | . | 2 | 2 |
| *Lonicera pyrenaica* | 4 | 4 | 5 | 4 |
| *Erinus alpinus* var. *atlanticus* | 2 | . | 1 | 1 |
| *Rhamnus pumila* | 1 | . | 1 | 2 |
| *Rhamnus alpina* | 1 | 1 | 2 | 3 |
| *Asplenium viride* | 2 | 1 | 1 | 2 |
| *Hieracium amplexicaule* | 2 | 2 | . | 2 |
| *Polygala rupestris* | . | 1 | . | 1 |
| *Ceterach officinarum* | . | 1 | . | 1 |
| *Poterium ancistroides* | . | 1 | . | 1 |
| *Arabis alpina* ssp. *caucasica* | 1 | 2 | 2 | 3 |
| *Sedum dasyphyllum* | . | 1 | 1 | 2 |
| *Teucrium rotundifolium* | 1 | 1 | . | . |
| *Asplenium Trichomanes* | . | . | 1 | 1 |
| *Cystopteris fragilis* | . | 1 | . | 1 |

— Compagnes principales :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Bellis coerulescens* | 3 | 4 | 2 | 3 |
| *Alsine verna* ssp. *Kabylica* | 2 | 3 | 1 | . |
| *Teucrium Musimonum* | 1 | 2 | 1 | 2 |
| *Seseli Libanotis* | 1 | 2 | 2 | 1 |
| *Cotoneaster intermedia* | 1 | 3 | . | . |
| *Sorbus Aria* | 1 | 1 | 1 | . |
| *Arenaria grandiflora* | 1 | 1 | . | . |
| *Amelanchier ovalis* | 1 | 1 | . | 2 |
| *Pimpinella tragium* | 1 | 1 | . | . |
| *Ephedra major* | . | 1 | 1 | . |
| *Thymus serpyllum* var. | . | . | 3 | 4 |
| *Prunus prostrata* | . | . | 1 | 2 |
| *Juniperus communis* var. | . | . | 1 | 3 |
| *Matthiola prennis* | . | . | 1 | 1 |

*Organisation sociologique de ces divers groupements.*

A côté des compagnes des caractéristiques de l'Alliance, de l'Ordre et de la Classe, il est possible de considérer comme caractéristiques des associations sus-citées, tout un lot d'espèces. Comme beaucoup d'entre elles se rencontrent à la fois dans plusieurs de ces associations, pourtant floristiquement fort distinctes, nous justifions comme suit notre façon de voir.

Parmi l'ensemble des espèces exclusives sur la haute chaîne calcaire du Saxifragetum Gausseni (sensu lato) et que nous considérons partant comme caractéristiques de cette association, il est possible de distinguer trois séries :

— une série que nous qualifierons d'occidentale, présentant son centre de dispersion sur le massif du Rhat;

— une série que nous qualifierons d'orientale, largement développée sur le Moyen Atlas oriental et le J. Ayachi;

— enfin, une série d'éléments endémiques spéciaux à chacune des quatre associations.

Trois espèces constituent donc la série occidentale : *Campanula Mairei* var. *Flahaultiana*, *Alsine mutabilis* ssp. *Haranti*, *Brassica saxatilis* ssp. *repanda* var. *diplotaxiformis*. La première de ces espèces atteint le massif de l'Ayachi, les deux autres ne dépassent pas la vallée de l'Ahansal.

Sept espèces par contre appartiennent à la série orientale : *Biscutella frutescens*, *Sedum Jaccardianum*, *Bupleurum Faurelii*, *Campanula saxifragoides*, *Phagnalon Embergeri*, *Ribes alpinum*, *Biscutella frutescens* et *Sedum Jaccardianum*; les trois dernières atteignent le massif de l'Aioui et de plus *Biscutella* individualise une colonie isolée sur le J. Rhat (var. *rhatica*). Les autres espèces sont communes aux hautes chaînes du Moyen Atlas oriental et aux massifs de l'Ayachi et du Masker. *Phagnalon Embergeri* et *Bupleurum Faurelii* individualisent cependant sur l'Aioui les deux micro-endémiques ssp. *Lepineyi* et var. *Tazzertense*. Enfin, *Koeleria Embergeri* représente sur le Bou Naceur la vicariante de *K. Caroli*.

L'élément endémique est très inégalement réparti dans chacune des quatre associations. Si l'on met à part *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* représentée respectivement dans chacune par ses variétés *Rhatica, typica, orientalis* et *mesatlantica,* il faut signaler :

— sur le Rhat : *Campanula Guinocheti* var. *rhatica,* et *Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica ;*

— dans la haute vallée de l'Ahansal : *Campanula Sauvagei* et *Koeleria Caroli ;*

— sur l'Ayachi : *Campanula Guinocheti* var. *typica ;*

— sur le Moyen Atlas oriental : *Potentilla caulescens* var. *mesatlantica, Hieracium phlomoides* ssp. *mesatlanticum.* C'est également dans ce groupement que se rencontrent sur le Bou Naceur *Phyteuma Charmelii* var. *mesatlantica, Minuartia Mairei* et *Koeleria Caroli.*

Comme le montre toutefois la lecture du tableau ci-dessus, pour l'ensemble des quatre groupements ici envisagés, c'est l'élément oriental qui domine très nettement les espèces caractéristiques; il est logique d'admettre que la progression des éléments constitutifs de l'association s'est effectuée dans l'ensemble d'est vers l'ouest et du nord vers le sud.

Cette progression est d'ailleurs bloquée déjà depuis longtemps puisque les colonies isolées en avant-garde ont donné naissance chez 3 espèces à des microformes endémiques *(Biscutella frutescens, Bupleurum Faurelii, Phagnalon Embergeri).* D'autres arguments plaident d'ailleurs en faveur de cette hypothèse. Il s'agit surtout de la présence presque exclusivement localisée dans l'association médiatlasique, d'éléments d'affinité européenne : *Potentilla caulescens* (sensu lato), *Ribes alpinum, Phyteuma Charmelii, Hieracium phlomoides.* Une autre espèce typiquement d'affinité pyrénéenne : *Potentilla alchimilloides* est, elle, par contre, à peu près localisée dans les massifs du Rhat et du m'Goun, où elle est très abondante. Il est difficile à l'heure actuelle de trouver une raison à cette localisation.

De toute façon, comme nous l'avions laissé pressentir dans un travail récent (1952) les groupements des rochers nord des massifs de l'Ayachi et du Masker présentent avec leur homologue du Moyen Atlas oriental des affinités floristiques très étroites allant même jusqu'à la possession commune de microformes endémiques. Il en est de même pour les groupements du Rhat et de la région de l'Ahansal; c'est donc à l'est de cette vallée qu'il faut chercher le hiatus séparant en deux groupes très nets les quatre associations étudiées ici; l'examen des associations rupicoles calcicoles endémiques d'un massif isolé confirmera d'ailleurs encore cette façon de voir.

Ce n'est pas avec quelques autres groupements du Maroc ou de l'Espagne méridionale que le Saxifragetum Gausseni présente ses plus grandes affinités, mais bien avec une association de rochers calcaires de la chaîne pyrénéenne : le groupement à *Saxifraga longifolia* et *Potentilla alchimilloides* Les affinités existant entre ce groupement et plus particulièrement avec le Saxifragetum Gausseni Rhaticum sont saisissantes et illustrées ci-dessous.

Espèces de l'association à *Saxifraga eu-longifolia* et *Potentilla alchimilloides* :

*Saxifraga longifolia* ssp. *eu-longifolia*
*Potentilla alchimilloides* ssp. *pyrenaica*
*Lonicera pyrenaica*
*Geranium cinereum* ssp. *eu-cinereum*

Espèces de l'association à *Saxifraga Gausseni* var. *rhatica* :

*Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni*
*Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica*
*Lonicera pyrenaica*
*Geranium cinereum* ssp. *nanum.*

De pareilles analogies ne peuvent être mises sur le compte du hasard; nous aurons d'ailleurs l'occasion d'y revenir ultérieurement.

### 3° *Les groupements endémiques d'un massif.*

Comme nous l'avons dit, nous en avons dénombré sept, et sur ces sept, quatre sont particuliers au J. Rhat et aux sommets environnants :

— Deux associations sont spéciales aux abris sous roche et aux dolines du Haut Atlas calcaire :

— le Sarcocapnetum Baeticae Atlantis,
— le Gnaphalietum Genevoisi.

— Trois autres prospèrent sur les rochers exposés au midi :

— sur le J. Rhat : l'Arenarietum Mairei;
— sur le J. Ayachi : l'Arenarietum Dyris;
— sur le J. Bou Naceur : le Pitardietum Coerulescentis.

— L'Anthyllidetum Warnieri est localisé sur les contreforts nord du massif du Rhat.

— Enfin, l'Erigeroneto-Valerianetum occupe les hautes crêtes des chaînons mésatlasiques du Bou Naceur et du Bou Iblane.

*a*) Sarcocapnetum Baeticae Atlantis (cf. Quezel 1952).

Cette association jusqu'à présent spéciale aux massifs du Rhat, de l'Aioui et du m'Goun est étroitement localisée sur les parois en surplomb des abris sous roches exposés au nord. Ses exigences altitudinales confinent ce groupement à des altitudes comprises entre 2 500 et 3 200 m; toutefois, à la faveur de micro-climats locaux, notamment dans les gorges étroites, il peut descendre à moins de 2 000 m.

Nous possédons 10 relevés de ce groupement; ils proviennent des stations suivantes :

1 — Gorge centrale du Rhat (3 100 m).
2 — Gorge centrale du Rhat (3 100 m).

3 — Rochers exposés au Nord du Rhat N.-E. (3 000 m).
4 — J. Rhat : Doline à neige (3 300 m).
5 — Rochers N. du m'Goun près du Tizi Tamoughmart (3 000 m).
6 — Gorges d'Imi n'Ouaka (1 900 m).
7 — Gorges de l'Akka n'Tazzert (J. Aioui) (2 600 m).
8 — Gorges de l'Akka n'Tazzert (J. Aioui) (2 600 m).
9 — J. Aori, flanc N. (3 050 m).
10 — m'Goun, gorges supérieures de la Tessaout (3 000 m).

Nous avons retenu trois espèces pour caractériser ce groupement : *Sarcocapnos baetica* var. *atlantis*, *Asplenium fontanum*, espèces exclusives et *Sedum surculosum* var. *luteum* qui se retrouve sur tous les rochers suintants dans le Grand Atlas calcaire.

Si la dernière de ces espèces est endémique du Grand Atlas, *Sarcocapnos baetica* est par contre commun aux montagnes du sud de l'Espagne où il est d'ailleurs très rare (Sierra de la Nièvе) et au Grand Atlas calcaire; *Asplenium fontanum*, espèce découverte pour la première fois en Afrique en juillet 1952 fait même défaut dans toute l'Espagne méridionale. Si le Sarcocapnetum Atlantis possède un cortège floristique très réduit (17 espèces) il n'en possède pas moins un haut degré d'individualité. Il serait intéressant de chercher à lui mettre en parallèle le groupement bétique où croît *S. baetica*. Dans les basses montagnes du Maroc et de l'Algérie occidentale, le très polymorphe *Sarcocapnos crassifolia* permet de définir divers groupements cantonnés sur les parois calcaires en surplomb, appartenant à l'alliance Rupicapnion Marocanae; mais si les stations sont analogues, seule, la présence d'un *Rupicapnos*, différent d'ailleurs sur le Haut Atlas et dans les basses montagnes marocaines suggère quelque affinité dans la constitution floristique de ces associations.

*b*) Gnaphalietum Genevoisi (cf. Quezel 1952).

Ce groupement que nous avons déjà eu l'occasion de définir, un des plus remarquables du Grand Atlas calcaire, est étroitement localisé sur les parois verticales de quelques dolines à neige du massif du Rhat et du m'Goun. Il est toujours situé sur les parois exposées au nord. Son optimum altitudinal se place aux environs de 3 200 m.

Nous en possédons 6 relevés provenant de diverses dolines à neige du J. Rhat et du m'Goun au-dessus du Tizi Tamoughmart (3 300 m).

Le cortège floristique est exceptionnel pour un groupement de telle altitude (32 espèces). Nous avons retenu cinq espèces comme caractéristiques. Deux ne sortent pas du groupement. Ce sont : *Gnaphalium Genevoisi* et *Arabis Verdieri*. *Erigeron Mairei*, sur le Grand Atlas calcaire est également localisé dans ce groupement. Les deux autres caractéristiques comptent parmi les plus grandes raretés de la flore mégalatlasique : *Androsace villosa* dans sa variété endémique *subexcapa* et *Aspidium lonchitis*. La première a été découverte sur le Rhat par L. Emberger en 1931, puis retrouvée par ce même auteur sur le J. Imghal; elle n'est pas rare dans l'association. Nous avons rencontré pour la première fois en Afrique *Aspidium lonchitis* en 1951 (quelques touffes dans une doline).

Toutes ces espèces appartiennent indiscutablement à des souches orophiles

largement représentées sur les montagnes européennes, nous avons eu déjà l'occasion d'insister sur ce point; il convient également de remarquer que, dans ce groupement, la majeure partie du restant du cortège floristique appartient également à des lignées orophiles européennes; parmi les endémiques du Grand Atlas, seules ont persisté les espèces les plus alticoles et les moins xérophiles. Toutes ces particularités floristiques s'expliquent par le micro-climat très spécial qui sévit en ces stations.

*c*) Arenarietum Mairei. (cf. Quezel 1952).

C'est le groupement qui se développe sur les rochers exposés au midi dans tout le massif du Rhat et du m'Goun, à des altitudes dépassant 2 700 m, nous l'avons également rencontré sur les parois sud des dolines à neige. Cette association nettement plus thermophile que le Saxifragetum Gausseni Rhaticum est caractérisée par trois espèces endémiques du massif ou ne le débordant que très peu vers l'est : *Arenaria Mairei*, *Potentilla Guilliermondi* et *Campanula atlantis*. Nous leur avons adjoint *Asplenium Selosii* var. *glabrum* assez fréquent dans le groupement.

Nous possédons 10 relevés de cette association : 7 proviennent de différents points du massif du Rhat; le 8 et le 9 ont été pris sur le m'Goun (Tizi Tamoughmart) et le 10 sur l'Aioui.

*d*) Arenarietum Dyris (cf. Quezel 1952).

Sur les rochers exposés au midi dans les massifs de l'Ayachi et du Masker, l'Arenarietum Dyris joue le même rôle que l'Arenarietum Mairei sur le Rhat. Décrit pour la première fois par Humbert, nous en possédons 8 relevés effectués tous en divers points du J. Ayachi (2 900-3 400 m).

*Arenaria Dyris* est la seule espèce exclusive de cette association.

*e*) Pitardetium Coerulescentis.

Nous n'avons rencontré ce groupement que sur les rochers calcaires du flanc sud-oriental du Bou Naceur et du Gueb er Rahal, où il est localisé entre les altitudes de 1 800 et 2 300 m.

Assez pauvre en espèce, il est caractérisé par deux espèces endémiques de cette région. *Pitardia* est un genre endémique marocain ne possédant que deux espèces : une sur les Beni Snassen; l'autre dans le Moyen Atlas oriental.

Le cortège floristique est pauvre, et comme il est localisé à l'extrême limite inférieure de l'alliance Violion Saxifragae, plusieurs espèces caractéristiques du Rupicapnion Africanae s'y rencontrent déjà.

Nos cinq relevés proviennent des localités suivantes :

5 — Rochers sur la rive gauche des gorges inférieurs de l'oued Gueb er Rahal Exp. W. (1 850 m).
2 — Flanc S. du Gueb er Rahal : Exp. S. (2 000 m).
3 — J. Tirnest dans les gages à la sortie du Taouchguelt Srhir : Exp. N.-W. (1 900 m).
4-5 — Taouchguelt Srhir (2 100-2 300 m).

Ce petit groupement se développe donc sensiblement à l'étage du Chêne vert ou du Pin maritime. *Pitardia coerulescens* est également signalée sur le flanc nord du Bou Naceur dans la vallée du Soufouloud où nous n'avons pu étudier le groupement dans lequel elle végète.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Pitardia coerulescens* | 5 |
| *Leucanthemum mesatlanticum* | 3 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Hypochoeris leontodontoides* var. *villosa* | 5 |
| *Kentranthus angustifolius* ssp. *Battandieri* | 3 |
| *Globularia Liouvillei* | 1 |
| *Silene mesatlantica* | 2 |
| *Silene Boryi* | 3 |
| *Lonicera pyrenaica* | 2 |
| *Asplenium trichomanes* | 2 |
| *Sedum dasyphyllum* | 2 |
| *Polypodium vulgare* | 2 |

— Compagnes :

| | |
|---|---|
| *Rupicapnos africana* | 2 |
| *Rhamnus alaternus* | 2 |
| *Rosmarinus officinalis* | 2 |
| *Quercus ilex* | 2 |
| *Oryzopsis coerulescens* | 2 |

*f*) Anthyllidetum Warnieri.

C'est le groupement caractéristique des rochers calcaires sur tous les contreforts nord des massifs du Rhat et du m'Goun. Il est localisé à des altitudes comprises entre 1 900 et 2 400 m et toujours sur les rochers exposés au nord. Plus haut, il est remplacé progressivement par le Saxifragetum Gausseni Rhaticum; plus bas, par un groupement s'inscrivant dans l'alliance Rupicapnion Africanae.

Le cortège floristique de cette association présente une richesse extrême en espèces endémiques, les plus représentatives sont : *Anthyllis Warnieri*, vicariant atlasique de l'*Anthyllis tejedensis* de la Sierra Nevada et *Phagnalon Iminouakense* localisé en deux stations très voisines des environs de Tirsal.

Il faut encore signaler : *Carum Iminouakense*, *Campanula Embergeri* ssp. *Schotteri*, *Putoria brevifolia* var. *demnatensis* et *Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica* var. *iminouakense*.

Nous possédons 9 relevés de cette association :

1 — Gorges d'Iminouaka.
2 — Gorges d'Iminouaka.

3 — Rochers sur le versant N. du J. Azegza.
4 — Rochers sur le versant N. du J. Alimane.
5 — Gorges d'Iminouaka.
6 — Gorges de Timeourine.
7 — m'Goun : gorges de l'Akka n'Aït Ahmed (2 000 m).
8 — m'Goun : gorges de l'Acif Isladen (2 500 m).
9 — Même localité (2 580 m).

Nous avons rapproché divers relevés des rochers calcaires aux environs de la Zaouia Ahansal qu'il est possible de rapporter à cette association, bien qu'une seule espèce caractéristique s'y rencontre encore : *Putoria brevifolia* var. *demnatensis*.

— Caractéristique de l'association :

| | |
|---|---|
| *Anthyllis Warnieri* | 5 |
| *Phagnalon Iminouakense* | 4 |
| *Echium pycnanthum* ssp. *nanum* | 2 |
| *Putoria brevifolia* var. *demnatensis* | 5 |
| *Campanula Embergeri* ssp. *Schotteri* | 1 |
| *Carum Iminouakense* | 1 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Kentranthus angustifolius* ssp. *Battandieri* | 4 |
| *Silene Boryi* var. | 4 |
| *Silene mesatlantica* | 4 |
| *Leucanthemum arundanum* var. *Mairei* | 3 |
| *Leucanthemum Redieri* var. *cuneatum* | 3 |
| *Erinus alpinus* var. *atlanticus* | 3 |
| *Polygala rupestris* | 4 |
| *Linaria flexuosa* | 4 |
| *Phagnalon saxatile* | 3 |
| *Ceterach officinarum* | 2 |
| *Saxifraga globulifera* | 2 |
| *Poterium ancistroides* | 2 |
| *Sedum dasyphyllum* | 2 |

— Compagnes :

| | |
|---|---|
| *Pituranthos scoparius* | 3 |
| *Anarrhinum fruticosum* | 3 |
| *Ballota hirsuta* | 3 |
| *Ononis atlantica* | 2 |
| *Globularia Nainii* | 2 |
| *Calamentha atlantica* | 2 |
| *Bupleurum lateriflorum* | 2 |
| *Sideritis villosa* | 2 |
| *Poterium sanguisorba* ssp. *minor* | 2 |

g) Erigeroneto-Valerianetum.

Étroitement localisé au-dessus de 3 000 m et en exposition nord ou nord-ouest sur les plus hauts sommets du Moyen Atlas oriental, cette association offre parmi ses constituants quelques-unes des espèces les plus rares de la flore marocaine. Les quatre espèces que nous avons retenues pour la caractériser appartiennent à des lignées répandues sur les hauts sommets des montagnes européennes. *Erigeron Celerieri* représente sur les crêtes du Moyen Atlas oriental le groupe des *Erigeron* nains uniflores largement répandus sur les hautes montagnes eurasiatiques. *Draba tomentosa* que nous y avons découverte en 1953 appartient à une espèce typiquement circum-arctico-alpienne dont la sous-espèce *laevipes* colonise les Pyrénées, la Sierra Nevada et le Bou Naceur; l'aire de répartition de *Valeriana globulariifolia* est également pyrénéo-Bético-Mésatlasique. Enfin, *Saxifraga Luizetana* est un superbe endémique s'inscrivant dans la tribu oro-méditerranéenne occidentale par excellence des *Dactyloides*.

Les six relevés que nous possédons de ce groupement proviennent des chaînons du Bou Iblane et du Bou Naceur.

1 — Crête du Bou Iblane.
2 — Crêtes du Bou Iblane.
3 — Cirque glaciaire du versant W du Moussa ou Salah.
4 — Bou Naceur : rochers du Tizi n'Sila en exp. N. (3 200 m).
5 — Adrar Bou Naceur, crêtes (3 320 m).
6 — Bou Naceur Signal (3 345 m) sur le flanc N.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Erigeron Celerieri* | 5 |
| *Valeriana globulariifolia* | 4 |
| *Saxifraga Luizetana* | 2 |
| *Draba tomentosa* ssp. *laevipes* | 1 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Hypochoeris leontodontoides* var. *villosa* | 4 |
| *Draba hederofolia* ssp. *Cossoni* | 2 |
| *Brassica saxatilis* ssp. *repanda* var. *sileneifolia* | 3 |
| *Viola saxifraga* | 3 |
| *Globularia Liouvillei* | 2 |
| *Silene mesatlantica* | 4 |
| *Saxifraga pedemonta* ssp. *demnatensis* | 2 |
| *Leucanthemum Redieri* var. | 2 |
| *Lonicera pyrenaica* | 3 |
| *Rhamnus pumila* | 2 |
| *Asplenium Ruta-muraria* | 1 |
| *Sedum dasyphyllum* | 2 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Alyssum spinosum* | 3 |
| *Arenaria pungens* | 3 |
| *Avena montana* | 3 |
| *Festuca ovina* var. | |

*Prunus prostrata* . . . . . 2
*Pimpinella Tragium*. . . . . 2
*Bellis coerulescens*. . . . . 2
*Myosotis alpestris* ssp. *albomarginata*. . . . . 2

## 2° LES GROUPEMENTS RUPICOLES SUR LES HAUTES MONTAGNES DE NUMIDIE.

Les rochers calcaires ou gréseux sur les hauts sommets du Djurdjura, de l'Aurès ou des Babors, hébergent différentes associations qui s'intègrent indiscutablement dans l'Ordre des Potentilletalia Caulescentis. Néanmoins, bien que parfaitement individualisables par leur cortège floristique, elles ne présentent que de lointaines analogies avec les groupements calcicoles des hauts sommets du Grand Atlas. Il est difficile de rapporter ces groupements à l'alliance Violion Saxifragae aussi bien d'ailleurs qu'au Saxifragion Campoi des montagnes calcaires du Sud espagnol. La solution la plus satisfaisante est de rapporter ces groupements au Potentillion Caulescentis des montagnes européennes, car ni le Djurdjura, ni l'Aurès, ne possèdent en commun un nombre suffisant d'espèces endémiques pour permettre l'individualisation d'une alliance spéciale à ces massifs.

### a) Association à ***Galium Perralderii*** et ***Campanula jurjurensis.***

C'est ce groupement qui caractérise les parois rocheuses calcaires dans tout le massif du Djurdjura. Nous avons retenu pour le caractériser les espèces suivantes : *Galium Perralderii*, *Campanula rotundifolia* ssp. *macrorrhiza* var. *jurjurensis*, *Potentilla caulescens* var. *Kabylica*, *Anthemis montana* var. *Kabylica* tous endémiques du massif, *Arabis Doumeti* commun aux Babors et au Djurdjura oriental, *Sedum magellense* de l'Apennin central et du Djurdjura; *Sorbus aria* et *Amelanchier ovalis*, chaméphytes exclusifs sur les montagnes de Kabylie permettent également de caractériser l'association.

Toutefois, si le groupement rupicole du massif du Djurdjura ne présente pas la variété de ses homologues atlasiques, il est toutefois possible de distinguer dans le Galietum Perralderii au moins trois sous-associations bien tranchées.

Sur les rochers exposés au midi, à des altitudes inférieures à 1 900 m, *Tinguarra sicula*, *Saxifraga globulifera*, *Stachys circinata*, *Calendula suffruticosa* confèrent au groupement un aspect spécial. Cette sous-association à *Tinguarra sicula* établit d'ailleurs la jonction entre le groupement sous-jacent s'inscrivant dans l'alliance Rupicapnion Numidicae et la sous-association à *Sedum magellense* qui présente son développement maxima à partir de 1 900 mètres.

Cette sous-association, bien individualisée sur le flanc nord de l'Haizer et de l'Akouker, ainsi que sur les parois de dolines qui tailladent ces massifs, est caractérisée surtout par *Sedum magellense*, *Campanula jurjurensis*, *Sorbus aria*, elle représente le faciès le plus alticole de l'association.

Enfin, sur les rochers de la portion orientale du massif, *Arabis Doumeti* et *Erinus alpinus* var. *atlanticus*, permettent d'individualiser la sous-association à *Arabis Doumeti*.

| Numéros des relevés : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques de l'association :** | | | | | | | | | | | | | | |
| Galium Perralderii | I | I | I | + | . | + | . | + | I | I | + | + | . | . |
| Campanula rotundifolia var. jurjurensis | . | . | . | + | . | I | + | . | I | I | + | . | . | + |
| Anthemis montana ssp.kabylica | + | + | + | . | + | . | . | + | + | . | + | + | . | . |
| Rhamnus alpina var.kabylica | . | . | . | . | I | + | + | . | + | + | + | . | . | . |
| Potentilla caulescens var. | . | . | . | . | . | . | I | I | I | . | + | . | . | I |
| Amelanchier ovalis | . | . | + | + | . | I | . | . | + | . | . | . | + | . |
| **Différentielles de la Sous-ass. à Sedum magellense :** | | | | | | | | | | | | | | |
| Sedum magellense | . | . | . | . | + | I | I | + | . | I | . | . | . | . |
| Serbus Aria | . | . | . | . | . | + | . | + | + | . | . | . | . | . |
| Pimpinella Battandieri | . | . | . | . | I | . | + | . | + | + | . | . | . | . |
| **Différentielles de la Sous-ass. à Arabis Doumeti :** | | | | | | | | | | | | | | |
| Arabis Doumeti | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . |
| Erinus alpinus var.atlanticus | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + |
| **Différentielles de la Sous-ass. à Tinguarra sicula :** | | | | | | | | | | | | | | |
| Tinguarra sicula | I | I | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Stachys circinata | . | I | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Saxifraga globulifera | I | I | I | I | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Calendula suffruticosa | + | + | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Caractéristiques des unités supérieures :** | | | | | | | | | | | | | | |
| Arabis alpina ssp.caucasica | . | + | I | + | . | . | + | . | + | + | . | I | . | . |
| Sedum dasyphyllum | . | + | . | + | I | . | . | . | I | + | . | . | . | I |
| Ceterach officinarum | . | . | + | + | + | + | + | . | + | I | . | . | . | . |
| Asplenium ruta-muraria | + | + | . | + | . | . | . | I | . | . | . | . | + | . |
| Asplenium trichomanes | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Cystopteris fragilis | . | . | . | . | . | . | I | . | . | + | + | . | . | . |
| Silene mallissima | + | + | + | . | I | . | + | . | + | + | I | . | . | . |
| Hyoseris radiata | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Seriola laevigata | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . |
| Senecio Nebrodensis | + | . | + | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Daphne oleoides | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + |
| **Compagnes principales :** | | | | | | | | | | | | | | |
| Prunus prostrata | I | I | . | . | + | . | . | I | + | + | . | . | . | I |
| Erysimum Bocconi | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . |
| Ranunculus millefoliatus | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + |
| Linaria tristis | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . |
| Alyssum alpestre | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . |
| Scrophularia laevigata | . | . | . | I | . | + | . | . | . | + | + | . | . | . |
| Sinapis pubescens | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | + |
| Ranunculus spicatus | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Lamium longiflorum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Taxus Baccata | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Cedrus atlantica | . | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . |

TABLEAU II.

Nous possédons 14 relevés de cette association. Ils proviennent des localités suivantes :

*a*) Sous-association à *Tinguarra sicula :*

1 — Haïzer : Rochers à Tala-guilef (1 700 m).
2 — Haïzer : Près des cascades de Tinzert (1 700 m).
3 — Haïzer : Rochers au S.-W. de Tala-guilef (1 800 m).
4 — Akouker : Rocailles, versant N. du Tizi Boussouil (1 800 m)

*b*) Sous-association à *Sedum magellense :*

5 — Plateau des Dolines de l'Haïzer (2 000 m).
6 — Rochers au Tizi n'Cenad (2 000 m).
7 — Lac Goulmine (1 890 m).
8 — Ras Timedouine (2 300 m).
9 — Azerou Gougane (2 050 m).
10 — Lalla Khedidja (2 250 m).

*c*) Sous-association à *Arabis Doumeti :*

11 — Rochers près de l'Anou Boussouil (2 000 m).
12 — Tabbourt Amellelt (2 000 m).
13 — Flanc N.-E. du Lalla Khedidja (2 200 m).
14 — Flanc N.-E. du Lalla Khedidja (2 100 m).

Le groupement à *Galium Perralderii* et *Campanula jurjurensis* est endémique du massif du Djurdjura, il présente les plus grandes affinités avec le groupement à *Galium Murbecki* et *Campanula Kahanae* du sommet des Aurès (cf. *infra*). Très différent de tous les groupements rupicoles des hautes montagnes marocaines, la présence d'une variété endémique de *Campanula rotundifolia* ssp. *macrorrhiza* de *Sedum magellense* et de *Daphne oleoides* le rapproche plutôt des associations rupicoles de l'Apennin central où existent ces trois espèces.

b) Association à ***Galium Murbecki*** et ***Campanula Kahenae.***

Les rochers gréseux culminaux des Aurès (Dj. Cheliah, Ras Pharaoun, Mahmel) sont colonisés par un groupement systématiquement très proche du précédent. Deux espèces seulement permettent de le caractériser; il s'agit de : *Galium Murbecki*, longtemps confondu avec *Galium Perralderii* et par conséquent très affine de cette espèce, et de *Campanula rotundifolia* ssp. *macrorrhiza* var. *Kahenae.*

Floristiquement très pauvre, cette association localisée au-dessus de 2 100 m sur quelques sommets de l'Aurès, représente la limite méridionale extrême de l'alliance Potentillon Caulescentis. Comme nous l'avons déjà signalé, les deux espèces qui permettent de la caractériser possèdent des vicariantes dans l'association homologue des sommets du Djurdjura.

Le Galietum Murbeckii ne descend pas au-dessous de 2.100 m. C'est dire qu'il ne sort pas de la zone des xérophytes épineux; plus bas, il est remplacé par un groupement s'intégrant dans l'alliance Rupicapnion Numidicae,

caractérisée par : *Kentranthus calcitrapa* ssp. *Clausonis, Erodium montanum, Putoria calabrica, Centaurea Tougourensis* et *Rhamnus myrthifolia.*

Nos relevés proviennent de divers points des crêtes rocailleuses culminales du J. Cheliah (2 200-2 330 m).

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Galium Murbeckii* | 5 |
| *Campanula rotundifolia* var. *Kahaenae* | 3 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Rhamnus alpina* | 2 |
| *Asplenium Ruta-muraria* | 2 |
| *Sedum dasyphyllum* | 3 |
| *Cystopteris fragilis* | 2 |
| *Ceterach officinarum* | 2 |
| *Asplenium Trichomanes* | 2 |
| *Linaria flexuosa* | 1 |
| *Selinopsis montana* | 1 |
| *Daphne eleoides* | 1 |

— Compagnes :

| | |
|---|---|
| *Erinacea purgens* | 4 |
| *Ceratium Boissieri* | 4 |
| *Helianthemum croceum* | 2 |
| *Lamium longiflorum* | 2 |
| *Festuca triflora* | 2 |
| *Ephedra major* | 2 |
| *Erodium cheilanthifolium* | 2 |

***

Ainsi, avec au moins 18 associations dont 16 sur l'ensemble des chaînons mégalatlasiques, la végétation des rochers constitue certainement le chapitre le plus complexe de la végétation atlasique. Ces constatations ne doivent pas étonner, en effet, les falaises rocheuses constituent l'asile le plus sûr où peuvent se maintenir de nombreux types archaïques ou hautement évolués, sur tous les systèmes orographiques et tout spécialement sur les montagnes du pourtour méditerranéen dont le rôle en tant que massif refuge au cours des grandes glaciations n'est plus à signaler. Le cas des Alpes maritimes est de ce point de vue particulièrement net; en effet, dans ce massif (cf. Ozenda, 1950) sur 18 espèces endémiques stricts, 10, soit plus de 55 % sont des rupicoles exclusives. Sur le Haut Atlas, sur 160 espèces endémiques, 52, soit 30 % sont des rupicoles exclusives. Si le pourcentage est ici en valeur absolue nettement inférieur à celui qu'accusent les Alpes maritimes, la présence sur les rochers du Haut Atlas de 52 espèces linéennes spéciales à ce type de station n'en est pas moins des plus remarquables.

Il n'est pas dans notre intention d'aborder ici l'étude des raisons de ce phénomène; il convient toutefois de signaler l'importance que présente de ce point de vue, la multiplicité des micro-climats qui, selon l'exposition des parois rocheuses, la présence d'un suintement arrivent à assurer parfois à quelques mètres de distance, l'existence de types thermophiles et xérophiles d'une part, ou cryophiles et mésophiles d'autre part. Il faut se souvenir en effet, que sur l'Atlas calcaire en particulier, ce sont tout spécialement les parois rocheuses qui ont assuré le maintien de types alticoles européens tels que : *Aspidium lonchitis, Asplenium fontanum, Androsace villosa, Ribes alpinum, Draba tomentosa.*

La valeur des différentes associations rupicoles qui ont été définies plus haut, bien qu'elles n'occupent qu'une place fort exiguë dans le paysage végétal, ne doit pas être méconnue. En effet, sur le plan floristique pur, tout d'abord, elles ont assumé le maintien de nombreuses espèces végétales actuellement étroitement localisées susceptibles de fournir de nombreux documents sur l'histoire du peuplement des hautes montagnes nord-africaines. Sur le plan biogéographique, elles sont d'autre part capables d'assurer, mieux que tout autre type d'association, tant par la variété de leur flore que par leur richesse en endémiques, la délimitation de l'aire de répartition exacte des divers districts qu'il est possible d'individualiser. Sur le plan taxonomique enfin, l'existence de multiples stations géographiquement isolées a entraîné l'individualisation sur les parois rocheuses de multiples types micro-endémiques dont l'étude cyto-taxonomique abordée ultérieurement (cf. P. 391) apportera de précieux renseignements sur l'histoire du peuplement végétal de ces montagnes.

CHAPITRE II

# LES GARRIGUES A XÉROPHYTES ÉPINEUX ET LES PATURAGES ÉCORCHÉS CULMINAUX

Un des faciès les plus caractéristiques de la végétation des montagnes méditerranéennes nord-africaines est représenté sans contestes par les garrigues à xérophytes épineux en coussinet ne manquant sur aucun des sommets dépassant une altitude de 2 200 m. Cette entité physionomique répandue d'ailleurs également sur les chaînes montagneuses de l'Espagne méridionale et occidentale se retrouvant encore, mais très modifiée sur les chaînons littoraux provençaux, sur les montagnes de Corse et de Sicile, et dans le Proche-Orient, compose à elle seule, en Afrique du Nord, la quasi-totalité du paysage végétal entre les altitudes de 2 000 et 3 400 m.

Les caractères généraux de ce type de groupement végétal peuvent se réunir sous divers chefs qu'il est utile d'énoncer au seuil de ce chapitre :

*Du point de vue floristique,* ces associations végétales accusent tout d'abord une appartenance absolue au cercle de végétation méditerranéenne. Les orophytes non méditerranéens font à peu près complètement défaut. Leur cortège floristique présente une abondance considérable en espèces endémiques souvent à vicariances multiples, riches de signification biogéographique. Enfin, dernier caractère essentiel, leur flore est pauvre et uniforme.

*Du point de vue phytosociologique,* il convient de signaler l'homogénéité considérable et l'uniformité de ces associations, ainsi que leurs indiscutables affinités en sociologie végétale systématique.

*Du point de vue éthologique,* la prédominence absolue des chaméphytes et leur adaptation morphologique en coussinets épineux rampants est surtout à signaler.

*Du point de vue écologique* enfin, l'absence actuelle de sol évolué est également caractéristique de ce type d'association; il s'agit là à peu près toujours d'éboulis périglaciaires à peine fixés ou de sols érodés. La prédominance absolue à ce niveau de l'influence des facteurs climatiques généraux et avant tout de la période de sécheresse estivale sur les facteurs édaphiques et microclimatiques joue le rôle essentiel dans la détermination de ce type végétal, l'accroissement progressif de cette dernière arrive même à ôter toute influence

à la nature géo-chimique du substrat dans certaines associations mégalatlasiques.

Les garrigues à xérophytes épineux et les pelouses écorchées culminales individualisent sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord de nombreuses associations qu'il est possible d'inclure dans un ordre spécial, l'Ordre des Erinacetalia que nous avons établi dans un travail précédent.

Défini, nous venons de le voir par des critères floristiques sociologiques, éthologiques et écologiques, nous avons retenu les espèces suivantes pour le caractériser :

*Erinacea pungens*
*Alyssum spinosum*
*Bupleurum spinosum*
*Cytisus Balansae*
*Berberis hispanica*
*Prunus prostata*
*Juniperus thurifera* var. *africana*
*Astragalus Boissieri*
*Erysimum Bocconei*
*Echium flavum*
*Catananche coespitosa*
*Scorzonera pygmaea*
*Minuartia Funkii*
*Avena filifolia* ssp. *Lagascae*
*Eryngium Bourgati* var. *hispanicum*
*Papaver rupifragum* var. *atlanticum*
*Marrubium multibracteatum*
*Aethionema ovalifolium*
*Cerastium Boissieri*
*Arenaria aggregata*
*Jasione humilis*
*Calamentha granatensis*
*Jurinea humilis*
*Serratula nudicaulis*
*Marrubium supinum*
*Erodium cheilanthifolium*
*Veronica rosea*
*Koeleria caudata*
*Helianthemum croceum.*

Cette longue liste de 30 espèces montre clairement le haut degré d'individualité de cette unité phytosociologique. Il est intéressant de chercher à préciser, à partir des aires de distribution de chacune des espèces caractéristiques, l'aire de répartition globale de l'Ordre des Erinacetalia. Nous avons établi dans le tableau ci-dessous le nombre des espèces caractéristiques de cet ordre présentes dans les diverses chaînes montagneuses dans le bassin occidental de la Méditerranée.

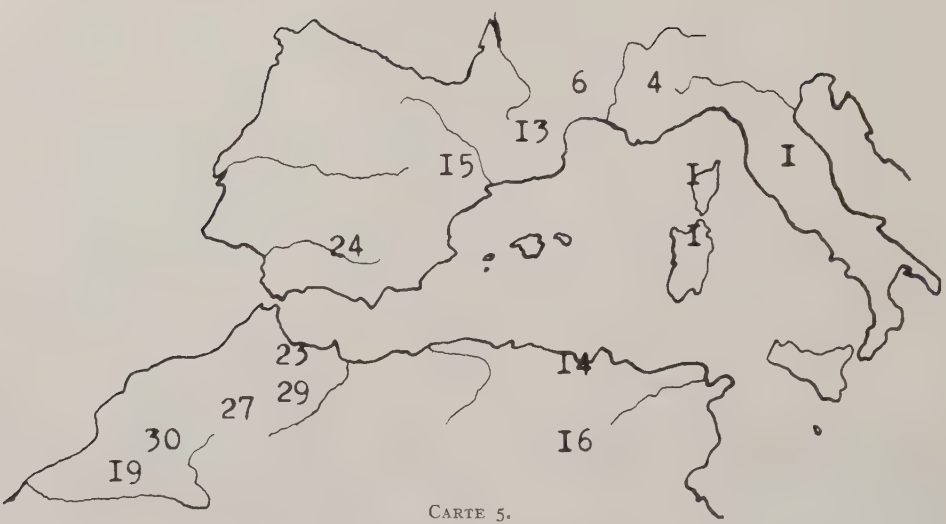
| | Djurdjura | Aurès | Anti-Atlas oriental | Haut Atlas | Moyen Atlas oriental | Moyen Atlas central | Rif | Cordillère Bétique | Valence et vieille Castille | Pyrénées orientales | Causses | Chaînes provençales | Corse | Apennins |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Erinacea pungens | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • |
| Alyssum spinosum | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • |
| Bupleurum spinosum | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • |
| Cytisus Balansae | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • |
| Berberis hispanica | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • |
| Prunus prostrata | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • | + | • |
| Juniperus thurifera | • | + | + | + | + | + | • | • | + | + | • | + | • | • |
| Astragalus Boissieri | • | • | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • |
| Erysimum Bocconei | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • |
| Echium flavum | • | • | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • |
| Catananche coespitosa | • | • | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Scorzonera pygmaea | • | • | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Minuartia Funkii | • | • | • | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • |
| Eryngium Bourgati | • | • | • | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • |
| Papaver rupifragum | • | • | • | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • |
| Marrubium multibracteatum | • | • | • | + | + | + | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Aethionema ovalifolium | + | + | • | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • |
| Cerastium Boissieri | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • |
| Arenaria aggregata | • | • | • | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • |
| Jasione humilis | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • |
| Calamentha granatensis | • | • | • | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • |
| Erodium cheilanthifolium | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • |
| Veronica rosea | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • | • | • |
| Helianthemum croceum | • | • | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • | • | • |
| Jurinea humilis | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • |
| Serratula nudicaulis | • | • | • | + | + | + | + | + | + | + | + | + | • | • |
| Avena filifolia | • | • | • | + | + | • | • | + | • | • | + | • | • | • |
| Marrubium supinum | • | • | • | + | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Koeleria caudata | • | + | • | + | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

Tableau III.

Ces résultats ont été également représentés sur la carte N° 5.

Diverses conclusions peuvent aisément être retirées de cet ensemble de documents et fournir de précieux renseignements sur la valeur biogéographique de cette unité phytosociologique.

C'est dans le Haut Atlas et dans le Moyen Atlas oriental que les caractéristiques de l'Ordre sont le mieux représentées (30 espèces sur 30). Ce nombre va en décroissant rapidement vers le sud : Anti-Atlas (19) et vers l'est; Aurès (16 espèces); Djurdjura (14), avec quelques enclaves de moindre importance




Carte 5.

sur les monts du Sud oranais, l'Ouarsenis, l'Atlas de Blida, etc. Vers le nord, au contraire, le Moyen Atlas, le Rif, les montagnes de la Cordillère bétique, les Sierras des environs d'Alicante et de Valence possèdent encore un important pourcentage de ces espèces. Ce chiffre baisse très rapidement sur le revers méridional des Pyrénées, et, la frontière française franchie n'atteint guère que 6 dans le Roussillon et les Corbières, 5 sur les Causses méridionaux et 4 sur les montagnes de Provence. Les Baléares, la Corse, la Sardaigne, la Sicile et l'Italie restent en dehors de l'aire de distribution de l'Ordre des Erinacetalia.

En tant qu'unité phytosociologique bien individualisée, cet Ordre occupe donc :

— En Afrique du Nord :

Les Atlas marocains
Le Djurdjura
Les Aurès.

— En Europe :

La cordillère Bétique
Les chaînons littoraux de l'Espagne orientale

et peut-être certaines portions du versant méridional des Pyrénées.

Dans les autres régions, en France en particulier, les derniers vestiges de cet Ordre doivent être considérés comme des transgressives au sein d'unités phytosociologiques différentes.

En effet, sur les montagnes du pourtour septentrional et oriental du bassin méditerranéen occidental, se développent divers autres Ordres spéciaux aux montagnes méditerranéennes et s'incluant comme d'ailleurs l'Ordre des Erinacetalia dans la Classe des Ononido-Rosmarinetea. Dans la portion septentrionale du bassin, il s'agit de l'Alliance Ononidion Striatae bien représenté dans les Corbières, les Causses et les Alpes de Provence. Floristi-

quement moins bien individualisé que l'Ordre des ERINACETALIA, les espèces suivantes le caractérisent :

*Ononis striata*
*Chrysanthemum graminifolium*
*Sesleria coerulea* ssp. *elegantissima*
*Plantago argentea*
*Euphorbia Duvalii*
*Linum anglicum*
*Teucrium aureum*
*Valeriana tuberosa*
*Bupleurum ranunculoïdes* ssp. *telonense.*

Par contre, les montagnes des îles Tyrrheniennes (en dehors de la Corse, et de l'Italie méridionale) n'ayant été que fort peu étudiées, il est difficile de chercher à préciser la valeur sociologique des garrigues à xérophytes qui s'y rencontrent. Il y aura sans doute lieu d'individualiser dans ces régions un Ordre spécial. En effet, sur les sommets de la Corse (cf. de Litardière et de Litardière et Malcuit) ont été décrites diverses associations présentant d'indiscutables affinités floristiques et physionomiques avec les groupes appartenant, en Afrique du Nord, à la Classe des ERINACETALIA. Divers chaméphytes s'y rencontrent :

*Juniperus vulgaris* ssp. *nana*
*Berberis vulgaris* ssp. *aetnensis*
*Rosa Serafinii*
*Genista Lobelii*
*Anthyllis Hermaniae*
*Astragalus sirinicus* ssp. *genargenteus*
*Daphne oleoides* var.
*Prunus prostrata.*

Tous se retrouvent, en général dans des espèces vicariantes, sur les garrigues à xérophytes épineux des Atlas ou de la Sierra Nevada; toutefois, diverses espèces endémiques ou d'affinités italienne et méditerranéenne orientale se rencontrent également dans la garrigue sub-alpine de Corse conférant à cette formation un haut degré d'individualité.

***

A travers l'ensemble des montagnes de l'Afrique du Nord, dans la zone envisagée au cours de cette étude, il est possible de détacher à l'intérieur de l'Ordre des ERINACETALIA divers ensembles correspondants à des unités phytosociologiques de deuxième ordre (alliance). Ces ensembles répondent à des critères floristiques et biogéographiques. Trois sont localisés sur les hautes montagnes marocaines, un sur les sommets de Numidie.

Au Maroc, c'est dans le Haut Atlas que ces unités sont le mieux individualisées et le plus facilement étudiables.

Ce sont :

— entre les altitudes de 2 000 et 2 600 m : l'Alliance Ormenion Scariosae ;

— entre 2 600 et 3 500 m : l'Alliance Arenarion Pungentis ;

— au-dessus de cette altitude : l'Alliance Platycapnion Saxicolae.

Ces trois alliances se retrouvent également sur les hautes chaînes du Moyen Atlas oriental; elles font, par contre, défaut sur les plateaux et le rebord septentrional du Moyen Atlas.

Sur les montagnes de Numidie, entre 1 850 et 2 310 m, l'Alliance Festucion Algeriensis nettement moins alticole et plus pauvre que les précédentes, possède en propre divers éléments orientaux faisant défaut sur les montagnes du Maroc.

Les montagnes méditerranéennes espagnoles enfin, sont colonisées par l'Alliance Xero-Acanthion (entre 1 900 et 2 700 m sur la Sierra Nevada) vicariante floristique, écologique et physionomique de l'Arenarion pungentis atlasique. L'étude de cette alliance débordant du cadre de cette étude, nous renvoyons le lecteur sur ce sujet à notre travail consacré à la Sierra Nevada (1953).

## ALLIANCE ORMENION SCARIOSAE.

La première des trois alliances appartenant à l'Ordre des Erinacetalia sur les montagnes marocaines, très riche en associations et probablement en place, au moins sur le revers méridional du Haut Atlas depuis une période très reculée, est répandue dans une région bien définie correspondant à l'étage altitudinal des Conifères, Cèdres et Genévriers Thurifères, sur le Haut Atlas et le versant sud du Moyen Atlas oriental.

Elle occupe donc, sur toute la périphérie du Haut Atlas une zone dont les limites altitudinales varient sensiblement sur tout le pourtour de la chaîne :

— sur le flanc nord :

| | |
|---|---|
| Haut Atlas occidental. . . . . | 1 800–2 400 m |
| Haut Atlas central. . . . . | 1 800–2 400 m |
| J. Rhat. . . . . | 2 000–2 500 m |
| Atlas de la Zaouia Ahansal . . . . . | 2 000–2 500 m |
| J. Ayachi. . . . . | 1 800–2 400 m |

— sur le flanc sud, sur toute l'étendue de la chaîne, les limites se maintiennent aux environs de 1 800-1 900 et 2 500-2 800 m ;

— dans le Moyen Atlas oriental, l'alliance occupe également une ceinture comprise entre 1 800 et 2 600 m sur toute la périphérie des hautes chaînes du Bou Naceur, du Bou Iblane et du Tichchoukt ; elle est toutefois beaucoup mieux représentée sur le flanc sud de la chaîne que sur le flanc nord sensiblement plus humide.

Dans sa portion inférieure, l'aire de cette alliance déborde donc assez largement sur la zone du Chêne vert, mais elle y occupe toujours les portions les plus arides, à sol très dégradé et en général exposées au midi.

Du point de vue floristique, l'alliance Ormenion Scariosae est spéciale aux montagnes du Maroc méridional; de nombreuses espèces endémiques permettent de la caractériser, il s'agit surtout de :

*Ormenis scariosa*
*Pterocephalus depressus*
*Delphinium Balansae*
*Ononis atlantica*
*Thymus pallidus*
*Galium acuminatum*
*Polycnemon Fontanesi*
*Scutellaria orientalis* var. *demnatensis*
*Reseda fruticulosa*
*Stipa nitens*
*Genista florida* var. *marocana*
*Leontodon Pitardi*

Toutes ces espèces appartiennent à des lignées mésogéennes; plusieurs sont représentées en Espagne méridionale par des vicariantes. Tel est en particulier le cas pour les couples systématiques suivants :

*Pterocephalus depressus* et *Pterocephalus spathulatus*
*Genista florida* var. *marocana* et *Genista florida* var. *hispanica*
*Leontodon Pitardi* et *Leontodon Boryi*.

Mais dans la péninsule ibérique, la valeur sociologique de ces espèces n'est pas homogène : *Genista florida* var. *hispanica* est répandu çà et là dans l'aire de l'Alliance Xero-Acanthion, *Leontodon Boryi* appartient au même ensemble floristique, mais est localisé dans les chaînes bétiques, *Pterocephalus spathalatus* enfin, appartient au groupement calcicole à *Convolvulus nitidus* et *Anthyllis tejedensis* de la même région.

L'Alliance Ormenion Scariosae se superpose à peu près sur les Atlas marocains à la zone où se rencontre la forêt du Genévrier Thurifère, c'est-à-dire à la portion inférieure de l'étage bioclimatique de montagne méditerranéenne, tel qu'il a été défini par Emberger.

De nombreuses associations végétales représentent cette alliance sur le flanc du Haut et du Moyen Atlas oriental. Nous étudierons les suivantes au cours de ce travail :

1° Association à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida* var. *marocana* (Adenocarpo-Genistetum);

2° Association à *Genista scorpius* var. *myriantha* et *Bupleurum atlanticum* (Genisteto-Bupleuretum);

3° Association à *Ononis atlantica* et *Santolina rosmarinifolia* var. (Ononideto-Santolinetum;

4° Association à *Buxus sempervirens* et *Juniperus Thurifera* (Buxeto-Juniperetum);

6° Association à *Avena Jahandiezi* et *Marrubium Ayardi* (Aveneto-Marrubietum);

7° Association à *Salvia Aucheri* et *Avena filifolia* (Salvieto-Avenetum).

a) Association à ***Adenocarpus anagyrifolius*** et ***Genista florida*** var. ***marocana.***

Les pentes schisteuses et éruptives du Haut Atlas central et occidental, sont ceinturées par une vaste zone altitudinale comprise approximativement entre 1 900 et 2 400 m où trois genistées arbustives composent à elles seules la majeure partie du paysage végétal. Ce sont : *Adenocarpus anagyrifolius, Genista florida* var. *marocana* et *Retama dasycarpa.*

Occupant dans différents aspects sociologiques de très vastes espaces, cette lande à genêts et adenocarpes est très reconnaissable par sa physionomie : buissons retamoides de genêts, et souvent rubescents d'adenocarpes, hauts de 2 à 2,5 m, surgissant sur un tapis lâche de xérophytes épineux, distants en général de plusieurs mètres les uns des autres et illuminant à la fin du printemps ces pentes désolées d'une infinité de taches dorées.

Cet aspect de la végétation avait été déjà signalé par R. Maire (1924, p. 37).

Nous en possédons 22 relevés provenant des localités suivantes :

1 — Route Tizi n'Tichka près d'Immouzer : 100 m² – E. - N.-E. – R. 75 % – I. 15 % – H. 80 cm (2 050 m).
2 — Seksaouas, au-dessus d'Afensou : 100 m² – E. - N.-E. – R. 70 % – I. 20 % – H. 70 cm (1 900 m).
3 — Seksaouas, Acif Ida près d'Imi n'Ouassif : 100 m² – E. - E. – R. 60 % – I. 20 % – H. 60 cm (1 950 m).
4 — Haute Reraya, au-dessus d'Aremd : 100 m² – E. - N.-E. – R. 60 % – I. 14 % – H. 60 cm (1 950 m).
5 — Flanc S.-E. de l'Oukaimeden : 100 m² – E. - N.-E. – R. 60 % – I. 10 % – H. 60 cm (2 000 m).
6 — Tizi n'Tichka, 3 km au N. du Col : 100 m² – E. - N. – R. 55 % – I. 15 % – H. 250 cm (2 150 m).
7 — Reraya, près de Sidi Chamarouche : 100 m² – E. - E. – R. 60 % – I. 15 % – H. 350 cm (2 200 m).
8 — Tizi m'Zic versant W : 100 m² – E. - W – R. 70 % – I. 20 % – H. 300 cm (2 350 m).
9 — Vallée de l'Acif n'Timellilt, près de Azib Tamzikht : 100 m² – E. - N.-E. – R. 45 % – I. 25 % – H. 250 cm (2 000 m).
10 — Tizi n'Tankacht : 100 m² – E. - N.-E. – R. 40 % – I. 15 % – H. 200 cm (2 150 m).
11 — Affensou, flanc W. du Roc Moulay Ali : 100 m² – E. - S.-E. – R. 80 % – I. 10 % – H. 30 cm (2 050 m).
12 — Aremd, près du village : 100 m² – E. - S.-E. – R. 70 % – I. 15 % – H. 30 cm (2 000 m).
13 — Flanc N.-E. du J. Tizerag : 100 m² – E. - E. – R. 70 % – I. 10 % – H. 35 cm (2 100 m).
14 — Route du Tizi n'Tichka, près de Tamguemguent : 100 m² – E. - W. R. 65 % – I. 15 % – H. 30 cm (2 000 m).

| Numéros des relevés : | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | II | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | 20 | 2I | 22 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | | | | B | | | | | C | | | | D | | | | ? | | | |
| **Caractéristiques de l'association :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adenocarpus anagyrifolius | 4 | 2 | 3 | + | 2 | 2 | I | + | I | I | . | . | + | I | . | . | + | + | . | . | . | . |
| Genista florida var. maroccana | 2 | 3 | . | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | I | + | . | I | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . |
| Retama dasycarpa | . | . | 2 | 2 | I | I | + | I | . | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . |
| Lavandula tenuisecta | . | I | + | I | . | . | + | I | I | . | . | . | + | + | . | . | . | + | + | . | . | . |
| Dianthus caditanus ssp. occidentalis | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Caractéristiques de l'Alliance :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ormenis scariosa | 2 | I | I | I | + | I | + | 2 | I | I | 2 | I | I | 2 | + | . | 2 | I | 3 | 4 | 4 | 3 |
| Stipa nitens | . | + | . | . | I | + | . | . | + | I | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | I | I | . | . | . | . |
| Pterocephalus depressus | . | 2 | I | 2 | 2 | I | . | I | I | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . | + | . | I |
| Delphinium Balansae | I | . | . | I | . | + | . | + | + | I | . | . | . | I | + | . | . | . | . | + | + | . |
| Ononis atlantica | . | . | . | . | . | . | I | . | I | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Thymus pallidus | 2 | I | . | I | 2 | 2 | . | I | 2 | I | . | . | . | + | . | I | . | . | I | . | I | . |
| Galium acuminatum | . | . | + | I | I | I | I | I | . | + | . | 2 | I | . | . | + | . | . | . | I | + | . |
| Scutellaria orientalis var. demnatensis | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | I | + | . |
| Reseda fruticulosa | I | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Leontodon Pitardi | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Caractéristiques de l'Ordre et de la Classe :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bupleurum spinosum | 2 | . | 2 | 2 | 2 | I | I | + | I | I | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | I | . | . | + |
| Juniperus thurifera | . | . | + | . | . | I | 2 | I | + | I | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Erinaces pungens | . | . | + | . | + | . | . | I | . | I | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . |
| Alyssum spinosum | . | 2 | I | + | I | I | + | . | I | I | I | 2 | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . |
| Berberis hispanica | . | . | + | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Prunus prostrata | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Erysimum Boccanei | . | . | . | + | . | + | I | . | . | . | + | + | + | . | I | . | . | . | . | . | + | . |
| Minuartia Funkii | + | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | + | I | . | . | . | . |
| Eryngium Bourgati var. hispanicum | . | . | I | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | I | . | I | + | . |
| Papaver rupifragum var. atlanticum | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . |
| Jasione humilis | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . |
| Calamentha granatensis | . | . | . | . | . | . | . | I | I | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Cerastium Boissieri | . | . | . | . | I | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Veronica rosea | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Marrubium sapinum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Teucrium Polium | . | I | . | I | + | + | I | . | . | I | + | . | . | + | I | I | . | . | + | . | . | + |
| Inula montana | . | . | + | + | . | . | . | . | I | + | . | . | . | . | + | + | + | . | . | . | . | . |
| Avena bromoides | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | + | I | . | + | . | . | . | . | + | . | . |
| Euphorbia micaecensis | . | I | . | . | + | + | I | I | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Asperula laevigata | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Teucrium chamaedris | . | . | . | I | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | + | + | I | . | . | + | + |
| Catananche coerulea | . | . | . | . | . | . | + | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Compagnes principales :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dactylis glomerata | I | . | . | I | I | . | I | + | . | I | 2 | + | . | I | . | + | . | . | I | + | + | + |
| Echinops spinosus | + | . | . | . | . | + | + | . | + | + | + | I | I | I | + | + | . | . | + | I | . | . |
| Isatis atlantica | I | 2 | + | . | . | . | . | I | . | . | . | I | I | I | . | . | + | + | . | . | . | + |
| Melica cupani | . | . | . | . | + | . | . | + | . | + | . | + | I | I | . | + | . | . | . | . | I | + |
| Digitalis atlantica | . | . | . | + | . | I | . | . | . | . | I | . | . | . | . | I | . | . | I | + | . | . |
| Andryala integrifolia | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | + | . |
| Carlina corymbosa | I | I | . | . | . | . | . | + | . | . | . | + | 2 | + | . | + | + | . | . | + | . | . |
| Ruta chalepensis | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | I |
| Lactuca tenerrima | + | . | . | . | . | . | I | . | . | I | I | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Festuca marocana | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | I | . | . | . | . | . | . |
| Centaurea incana | . | . | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . |
| Achillea millefolium | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Picnomon acarna | . | . | . | . | . | . | . | I | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Calamentha atlantica | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Stipa aristella | . | . | . | + | . | . | . | I | + | I | I | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Artemisia marocana | . | . | . | + | . | . | I | . | . | . | . | . | . | I | + | . | . | . | . | + | . | . |
| Daphne laureola | . | . | . | . | . | + | . | . | . | I | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Paronychia polygonifolia | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | I | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Crambe reniformis | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Paronychia argentea | . | . | . | + | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Linaria ventricosa | . | + | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Salvia taraxacifolia | . | . | . | + | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Asperula aristata | . | . | . | . | + | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Leucanthemum gayanum | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

A: Sous ass. Typicum faciès à genistées – B: Sous ass. Typicum faciès à Thurifère – C: Sous ass. à Bupleurum spinosum faciès à Stipa nitens – D: Sous ass. à Bupleurum spinosum faciès à Bupleurum spinosum – E: Sous ass. à Ormenis.

TABLEAU IV.

15 — Acif Ida n'Gourioune, rive D. Imin'Ouarg : 100 m² – E. - S.-E. – R. 55 % – I. 15 % – H. 30 cm (2 200 m).
16 — Tizi m'Zic flanc S.-E. : 100 m² – E. - S.-E. – R. 70 % – I. 20 % – H. 35 cm (2 200 m).
17 — Flanc E. du J. Takherkhort (Ouzquita) : 100 m² – E. - S. – R. 60 %.
18 — Flanc S. du Tizi Tichkra, près de la maison forestière de Aguelmous : 100 m² – E. - S. – R. 50 % – I. 15 % – H. 30 cm (2 000 m).
19 — Culture abandonnée, près d'Affensou : 100 m² – E. - S. – R. 50 % – I. 2 % – H. 40 cm (1 950 m).
20 — Culture abandonnée aux Azib Tamzikht : 100 m² – E. - S.-W. – R. 70 % – I. 5 % – H. 40 cm (2 200 m).
21 — Aremd : 100 m² – E. - S.-E. – R. 70 % – I. 5 % – H. 40 cm (2 000 m).
22 — Talus près de la route Tizi n'Tichka (flanc S.) : 100 m² – E. - W. – R. 60 % – I. 5 % – H. 35 cm (2 100 m).

La lande à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida* var. *maroccana* paraît à peine exister à l'est de la coupure du Tizi n'Tichka bien que les espèces caractéristiques puissent se retrouver çà et là dans le Haut Atlas calcaire et notamment dans le lit caillouteux des Oueds où des graines entraînées par les eaux sont parfois parvenues à se développer à moins de 1 500 m d'altitude.

Outre les trois arbustes signalés plus haut, nous avons rangé parmi les caractéristiques, deux espèces endémiques du Haut Atlas siliceux : *Lavandula tenuisecta* et *Dianthus gaditanus* var. *orientalis* variété nouvelle de cette espèce polymorphe.

Comme la majeure partie des associations appartenant à l'Ordre des Erinacetalia, le groupement étudié ici pose une série de problèmes qu'il est utile de situer dès à présent. Les différents auteurs ayant abordé les problèmes de la végétation sur le Haut Atlas (cf. en part. Maire et Braun Blanquet) ont été amenés à parler de diverses associations en ne se basant que sur un nombre très réduit de relevés et sans établir de tableaux d'association. On a été de la sorte amené à parler de nombreuses associations en ne se basant bien souvent que sur le caractère physionomique général de la végétation. C'est ainsi que sur le Haut Atlas central, l'association à *Stipa nitens* et l'association à *Ormenis scariosa* (cf. en part. Maire 1924, p. 39) ne peuvent être considérées que comme de simples faciès du groupement étudié ici.

En effet, l'association à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida* se présente sous de multiples aspects, suivant la nature du substrat qu'elle occupe ou l'influence plus ou moins intense des facteurs anthropozoogènes qu'elle subit.

Une sous-association Typicum où se rencontrent toutes les caractéristiques colonise surtout les versants nord et ouest où le déboisement n'est pas trop intense, différents faciès peuvent être individualisés. Le stade le plus évolué est caractérisé par l'abondance de *Juniperus thurifera* du moins dans le Haut Atlas central, puisque cette espèce fait à peu près complètement défaut sur le Haut Atlas occidental. La présence et même l'abondance de ce Genévrier n'a que très peu d'influence sur la végétation environnante; il s'agit toujours d'une forêt très claire où le recouvrement de la strate arborescente ne dépasse jamais 30 % de la surface totale; tout au plus remarque-t-on au-dessous des

plus gros individus, un appauvrissement du cortège de chaméphytes. Le second stade de dégradation consécutif à la destruction des Genévriers est caractérisé par l'abondance des arbustes caractéristiques. Ce facies est en particulier très bien représenté dans les montagnes des Seksaouas. Ici encore, *Retama dasycarpa* est surtout abondant dans l'horizon inférieur (1 800-2 200 m) *Genista florida* au contraire dans l'horizon supérieur (2 100-2 400 m) où il s'aventure même sur les éboulis mouvants.

Le troisième stade de dégradation essentiellement caractérisé par la disparition quasi-totale de la strate arbustive (sous-association à *Bupleurum spinosum* et *Stipa nitens*) caractérise les zones où la végétation est la plus dégradée et où le substrat rocheux arrive à la surface; dans ce dernier type de station, *Stipa nitens* est en général abondant. Cette espèce se localise surtout d'ailleurs dans l'horizon inférieur de l'association. La dégradation ultime de ce faciès conduit à un groupement de chaméphytes à *Salvia taraxacifolia*. Un autre aspect de l'association caractérisé par l'abondance d'*Ormenis scariosa* (sous-association à *Ormenis scariosa*) également assez peu alticole; elle se localise sur les portions terreuses et tout particulièrement sur les anciennes cultures abandonnées. Elle représente donc un stade de dégradation de ces dernières et prélude à l'installation de la sous-association TYPICUM.

Le schéma ci-dessous permet de mieux saisir l'évolution du groupement à Adenocarpe et Genêts étudié ici.

Malgré la disparition presque totale des espèces caractéristiques de l'association, les différents aspects décrits plus haut ne peuvent être interprétés du point de vue phytosiologique que comme des stades différents du même ensemble de végétation, son cortège floristique ne présentant de l'un à l'autre que d'insignifiantes variations et il n'est pas douteux que sous l'action de l'homme et des animaux domestiques, se reconstituerait progressivement la « forêt » de thurifères répondant au stade le plus évolué de l'association.

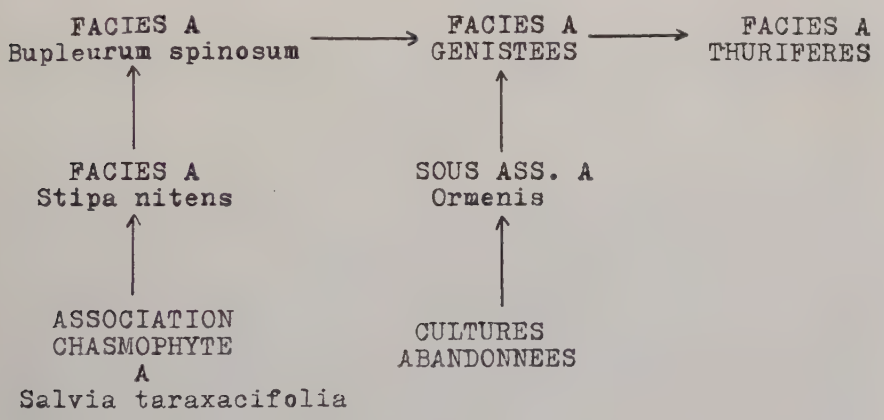



SCHÉMA 1.

*Adenocarpus anygarifolius* existe dans l'association sous deux variétés distinctes, l'une : var. *typicus* est surtout abondante, la *leiocarpus* forme d'importants peuplements sur le versant nord du Tizi n'Tichka.

Nous n'avons que peu de renseignements sur l'écologie de cette association. *Du point de vue édaphique*, elle se localise dans les portions siliceuses du Haut Atlas où elle occupe à elle seule entre 1 800 et 2 400 m, la presque totalité du territoire, elle végète sur des substrats fort différents mais toujours caractérisés du point de vue pédologique par une dégradation extrême du sol. Il s'agit surtout en effet d'éboulis à peine fixés, plus rarement de zones où affleure la roche mère plus ou moins érodée, et exceptionnellement de bas-fonds terreux sans horizon individualisable, rétrécissant d'ailleurs après chaque hiver.

| HEURES | 26-6-52 A | 26-6-52 B | 4-7-52 A | 4-7-52 B | 20-7-52 A | 20-7-52 B |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 24,1 | 24 | 19,5 | 16,9 | 24 | 24,6 |
| 8 | 23 | 23 | 20,2 | 21,2 | 25,2 | 27,5 |
| 9 | 23,9 | 25 | 22,8 | 21,7 | 28,8 | 28 |
| 10 | 25,2 | 26 | 20,5 | 21,5 | 28,5 | 31 |
| 11 | 26 | 26 | 22,2 | 24,3 | 29,5 | 31 |
| 12 | 24,9 | 26 | 22,2 | 22,8 | 20,3 | 32,5 |
| 13 | 26 | 26 | 24 | 23,6 | 30,8 | 32,5 |
| 14 | 24,5 | 25 | 24,5 | 23 | 31 | 30 |
| 15 | 24,2 | 25,2 | 21,5 | 21,5 | 29 | 30,2 |
| 16 | 24,1 | 23,5 | 10,3 | 10,5 | 26,5 | 27,8 |
| 17 | 21,1 | 21,1 | 18,3 | 18,7 | 26 | 25,5 |
| 18 | 20 | 20,1 | 17,8 | 17,8 | 25 | 25 |
| 19 | 19 | 19 | 17,2 | 17,6 | 24 | 24 |
| 20 | 19 | 19 | 16,5 | 16,5 | 22,8 | 22,8 |

A = Sous association à *Stipa nitens*.
B = Sous-association *typicum*.

Tableau V.

Cette absence presque absolue de sol est, nous l'avons dit, hautement caractéristique des groupements végétaux entrant sur le Haut Atlas des groupements climatiques climax, différents selon l'altitude et la composition chimique du substrat; et encore, sur la haute montagne marocaine ce dernier facteur, nous le verrons, est loin de revêtir la même importance que sur les montagnes méditerranéennes espagnoles ou françaises. Leur apparition peut être la conséquence de la destruction par l'homme de la forêt de Genévriers thurifères ou même de Chênes verts. Mais à partir de 2 000 m environ, il est plus logique d'envisager du point de vue historique l'existence simultanée de ces deux types de végétation comme c'est encore le cas dans quelques portions privilégiées de l'Atlas de Marrakech; d'ailleurs si le Chêne vert arrive sous son couvert à individualiser un micro-climat particulier, propice au développement d'un groupement végétal caractéristique, il n'en est pas de même, nous l'avons vu,

| HEURES | 26.6.52 A | 26.6.52 B | 26.6.52 C | 4.7.52 A | 4.7.52 B | 4.7.52 C | 20.7.52 A | 20.7.52 B | 20.7.52 C | 24.7.52 A | 24.7.52 B | 24.7.52 C | 5.8.52 A | 4.8.52 B | 4.8.52 C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 26,1 | 25,5 | 24,9 | 23 | 33 | 22,2 | 24,5 | 22,5 | 21,7 | 14 | 12,5 | 14,5 | 22,5 | 24,5 | 18,5 |
| 8 | 28 | 36 | 24,2 | 30,2 | 38 | 24,6 | 30,5 | 35,2 | 26,8 | 23,8 | 24,5 | 20,5 | . | . | . |
| 9 | 33 | 45 | 27 | 35,1 | 41 | 26 | 33,6 | 40 | 28 | 24,9 | 34 | 33,8 | 30 | 35 | 24 |
| 10 | 35,5 | 51 | 27 | 36 | 39 | 29 | 25,5 | 42 | 31 | . | . | . | . | . | . |
| 11 | 37 | 52 | 30 | 39,5 | 39 | 24 | 37,5 | 42 | 32,8 | 35 | 41 | 26 | 38 | 44 | 26 |
| 12 | 40 | 52 | 26,6 | 39 | 41,2 | 25 | 40 | 49 | 29 | . | . | . | . | . | . |
| 13 | 41,2 | 49 | 26 | 42 | 41,5 | 21,5 | 38 | 45,5 | 29 | 32 | 40 | 25,5 | 35,5 | 44 | 27 |
| 14 | 41 | 46 | 25 | 36 | 31 | 23 | 40,6 | 46,5 | 28,2 | . | . | . | . | . | . |
| 15 | 40,5 | 43 | 24,5 | 32 | 29 | 20,5 | 39 | 42 | 27 | 32,5 | 41 | 22 | 39 | 39 | 25,5 |
| 16 | 35 | 31 | 24 | 27 | 23,2 | 20 | 33,5 | 38 | 26 | . | . | . | . | . | . |
| 17 | 29,5 | 25 | 22 | 24,2 | 20,4 | 19 | 29,5 | 22 | 25 | 23 | 24,5 | 19,5 | 25 | 26,5 | 23,5 |
| 18 | 26,9 | 23 | 21 | 23 | 16,5 | 18 | 25 | 25 | . | . | . | . | . | . | . |
| 19 | 24 | 19,5 | 19,2 | 21 | 20 | 16 | 26 | 23,6 | 23,5 | 21 | 19,5 | 19 | 22 | 22 | 20 |
| 20 | 24 | 19,5 | 19,2 | 18 | 15,5 | 18 | 24,8 | 22 | 27,7 | 19 | 18 | 16 | 21,6 | 20 | 20 |

Tableau VI.

pour le thurifère. Dans ces régions, des modifications même minimes de la couverture arborescente ou du climat local sont susceptibles d'entraîner de véritables catastrophes dans l'édifice floristique sous-jacent ou dans la constitution pédologique du substrat ; ces deux facteurs ont d'ailleurs probablement joué dans la dégradation progressive de la végétation et du sol et c'est ce qui explique les difficultés quasi insurmontables auxquelles se heurterait toute tentative de restauration forestière étendue, du moins avec les essences autochtones.

Nous avons pu entreprendre dans la haute vallée des Seksaouas ainsi que dans la haute Reraya, en particulier avec l'aide de Mme Saint-Girons qui a bien voulu nous communiquer ses résultats, l'étude de quelques-uns des facteurs micro-climatiques qui régissent l'association à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida*. Si fragmentaires qu'ils soient, ces résultats méritent d'être signalés surtout dans leur comparaison avec ceux que nous avons pu recueillir dans des groupements différents.

1° *Les Facteurs thermiques* :

La température vraie (prise au thermomètre fronde à 1,50 m de la surface du sol dans un individu type d'association, Arrend 2 100 m) est donnée dans le tableau V.

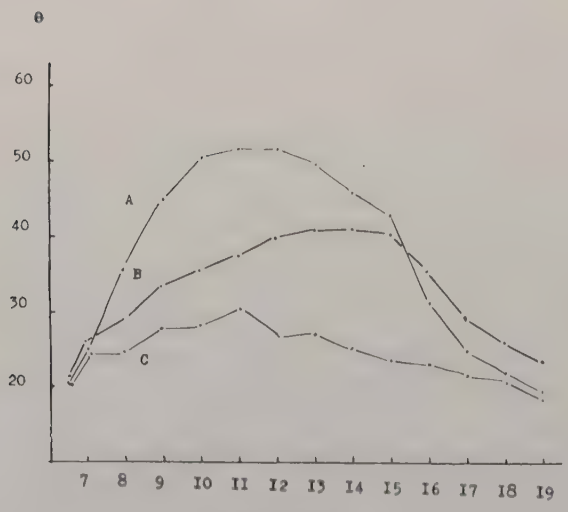
Du point de vue micro-climatique, il est plus intéressant d'étudier la température du sol dans les divers aspects de l'association ; quelques-uns des résultats obtenus ont été figurés dans le tableau VI (temp. à 5 cm. du sol).

A) Sous-association à *Bupleurum spinosum* et *Stipa nitens*

B) Sous-association à *Typicum*

C) Sous-association *typicum* sous couvert d'*Adenocarpus*.

Du point de vue thermique, si l'on met à part les résultats obtenus sous couvert d'*Adenocarpus* et qui sont évidemment beaucoup moins élevés que les autres, la sous-association *typicum* sur éboulis présente une amplitude thermique beaucoup plus considérable que la sous-association à *Bupleurum*, les maxima quotidiens y sont plus élevés d'environ 10 degrés.



Graphique 2.

D'autre part, l'élévation thermique y est beaucoup plus rapide, les maxima sont atteints entre 11 et 13 heures,

contre 13 et 15 heures dans la sous-association à *Bupleurum*. Par contre, dans cette dernière, dans la soirée, la température se maintient plus élevée en général de quelques degrés.

Ces résultats sont clairement visibles sur le graphique 2 (26-6-1952).

Ainsi donc, l'étude micro-climatique de deux des aspects du groupement étudié ici, effectuée dans des stations très voisines, montre avec netteté des différences appréciables de leur comportement thermique. Ces variations conditionnées surtout par les différences de nature physique du substrat (roche compacte érodée ou éboulis à peine fixé), rendent compte de la dissemblance sensible existant dans la population végétale de ces deux types de station, dissemblance d'ailleurs beaucoup plus quantitative que qualitative.

2° *L'Humidité relative.*

L'étude des variations des degrés d'humidité relative à travers les différents aspects de l'association conduisent à des résultats analogues.

| HEURES | A 4-7-53 | B 4-7-53 | A 10-7-53 | B 10-7-53 | A 24-7-53 | B 24-7-53 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | . | . | . | . | 100 | 82 |
| 7 | 79 | 55 | 54 | 32 | 47 | . |
| 9 | 46 | 35 | 48 | 19 | 41 | 27 |
| 11 | 41 | 42 | 42 | 33 | 54 | . |
| 13 | 59 | 35 | 30 | . | 69 | 49 |
| 15 | 53 | 35 | . | 19 | 71 | . |
| 17 | 52 | 56 | 56 | 32 | 89 | 59 |
| 19 | 66 | 48 | 61 | 53 | 90 | 42 |
| 20 | 71 | 55 | . | . | 97 | 47 |

Tableau VII.

Le micro-climat est donc proportionnellement moins sec sur le substrat rocheux érodé que sur les éboulis où les espaces morts jouent le rôle de tampon aussi bien hydrique que thermique, on ne saurait donc s'étonner de trouver sur ces derniers une flore plus thermophile et plus méditerranéenne, ces faits revêtent d'ailleurs une plus grande ampleur encore à des altitudes supérieures.

Bien qu'occupant des surfaces considérables, l'Adenocarpo-Genistetum ne présente qu'un faible intérêt économique. Très piètre pâturage, il n'offre à la dent des moutons et surtout des chèvres que de rares et chétifs hémicryptophytes. Il est toutefois la dernière garantie contre la dégradation définitive du sol et ne serait-ce qu'à ce titre, il mérite de retenir l'attention tant du géobotaniste que du forestier. La sauvegarde des arbustes qui se développent abondamment à son niveau sont donc la dernière ressource contre cette

dégradation irréversible. D'autant que *Genista*, *Adenocarpus* et *Retama* sont capables de jouer un rôle capital dans la fixation des éboulis, le cas d'*Adenocarpus* sur le flanc nord du Tizi n'Tichka est particulièrement évocateur. C'est dans ces stations et dans ces conditions seulement que des mises en défend prolongées sont à envisager sur le Haut Atlas siliceux, la reconstitution du groupement végétal climax peut seule assurer la fixation du sol et permettre secondairement des essais de reboisement; encore que le choix de l'essence favorable pose dans ces régions un problème encore entier. Si le thurifère est adapté à ce milieu, sa période d'accroissement trop longue ne permet pas de prescrire son emploi pour une œuvre à proche visée.

Endémique du Haut Atlas central et occidental, le groupement à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida* trouve sa vicariante écologique et physionomique sur le Haut Atlas calcaire dans le groupement à *Genista scorpius* var. *myriantha* et *Bupleurum atlanticum* (cf. *infra*).

b) Association à ***Ononis atlantica*** et ***Santolina rosmarinifolia*** var. ***canescens***.

Ce petit groupement remplace le précédent sur les schistes calcaires primitifs du Haut Atlas occidental. Nous l'avons rencontré dans toute la haute vallée des Seksaouas, il est bien individualisable en particulier sur le flanc ouest du Ras Moulay Ali; il existe également sur les flancs de l'Aoulime et du Tinerguet.

Caractérisée essentiellement par *Ononis atlantica* et *Santolina rosmarinifolia* var. *canescens*, cette association affectionne les pentes ensoleillées à des altitudes comprises entre 2 000 et 2 500 m; dans cette région elle correspond à un stade de dégradation de la forêt de *Quercus ilex*.

Nous en possédons 6 relevés effectués dans les stations suivantes (haute vallée des Seksaouas).

1 — Ras Moulay Ali, à l'est d'Affensou (2 000 m).
2 — Acif Lalou, versant E. du Ras Moulay Ali (2 100 m).
3 — Ras Moulay Ali, versant W. au-dessus d'Ouaoun-Saount (2 480 m).
4 — Tizi Oumzra, versant N.-W (2 400 m).
5 — Versant N.-W. de l'Agreskaoune (2 400 m).
6 — Même localité (2 300 m).

Probablement endémique de l'Atlas des Seksaouas, l'Ononideto-Santolinetum se développe sur les schistes calcaires en majeure partie géorgiens de la chaîne axiale; il s'accroche surtout aux portions où le substrat rocheux affleure, l'abondance à son niveau de *Stipa nitens* jointe à ce fait, permet de le considérer plus précisément comme l'équivalent de la sous-association à *Stipa nitens* de l'Adenocarpeto-Genistetum. *Bupleurum spinosum* domine dans les parties à sol mal fixé.

Il ne nous a pas été possible d'étudier le micro-climat de ce groupement rare et fragmentaire; il paraît toutefois nettement plus alticole que le précédent et affectionne les stations chaudes et ensoleillées.

L'Ononideto-Santolinetinetum pose un curieux problème floristique. En effet, *Santolina rosmarinifolia* var. *canescens* ainsi d'ailleurs que *Andryala*

*Aghardi* présente dans nos relevés figurent parmi les raretés de la flore orophile marocaine. La première n'a été rencontrée que dans notre dition, la seconde existe également sur le Bou Naceur. Or ces deux espèces qui font défaut sur tout le Haut Atlas calcaire oriental et sur le Rif réapparaissent sur les sommets calcaires de la cordillère bétique où elles sont abondantes; nous avons pu préciser là leur valeur sociologique. Toutes deux calcicoles exclusives se rencontrent dans des associations de garrigues à xérophytes épineux appartenant à l'Ordre des ERINACETALIA. La première caractérise en Espagne l'association à *Lavandula lanata* et *Salvia lavandulaefolia* (entre 1 400 et 1 900 m). La seconde est localisée dans le groupement à *Convolvulus nitidus* et *Andryala Aghardii* végétant sur les dolomies érodées des sieras bétiques aux environs de 2 000 m.

Il est difficile d'expliquer une pareille répartition de ces espèces et bien qu'on puisse invoquer l'insuffisance des documents floristiques ayant trait à la flore orophile du Haut Atlas, il est improbable qu'elles aient échappé aux botanistes déjà nombreux qui ont parcouru les hauts sommets de l'Atlas calcaire.

— Caractéristiques de l'association :

*Ononis atlantica*. . . . . 5
*Santolina rosmarinifolia* var. *canescens*. . . . . 5

— Caractéristiques des unités supérieures :

*Thymus pallidus* . . . . . 2
*Delphinium Balansae* . . . . . 3
*Pterocephalus depressus* . . . . . 3
*Stipa nitens* . . . . . 2
*Scutellaria orientalis* var. *demnatensis* . . . . . 5
*Bupleurum spinosum* . . . . . 5
*Erysimum Bocconei* . . . . . 4
*Jasione humilis*. . . . . 2
*Prunus prostrata* . . . . . 1
*Scorzonera pygmaea*. . . . . 2
*Alyssum spinosum*. . . . . 2
*Avena filifolia* . . . . . 3
*Marrubium multibracteatum* . . . . . 1
*Veronica rosea* . . . . . 4
*Berberis hispanica*. . . . . 4
*Teucrium Polium*. . . . . 3
*Teucrium chamaedrys* . . . . . 2
*Inula montana* . . . . . 2
*Onosma echioides* var. . . . . 1
*Avena bromoides* . . . . . 2
*Euphorbia nicaeensis* . . . . . 1

— Compagnes :

*Ephedra major* . . . . . 4
*Carlina corymbosa*. . . . . 4

| | |
|---|---|
| *Stipa aristella* | 3 |
| *Stipa tenacissima* | 2 |
| *Dactylis glomerata* | 2 |
| *Pimpinella Tragium* | 2 |
| *Galium corrudaefolium* | 2 |
| *Salvia taraxacifolia* | 2 |
| *Bromus rubens* | 2 |
| *Linaria ventricosa* | 2 |
| *Melica ciliata* | 2 |
| *Scleropoa rigida* | 2 |

c) Association à ***Genista scorpius*** var. ***myriantha*** et ***Bupleurum atlanticum.***

Sur le Haut Atlas calcaire, dans les massifs de l'Andromer, du Rhat, du m'Goun, de l'Azourki, de l'Aioui et de l'Imrhas, les pentes arides et rocailleuses entre les altitudes de 2 000 et 2 500 m sont colonisées par l'association à *Genista scorpius* var. *myriantha* et *Bupleurum atlanticum.* Dans cette garrigue basse à chaméphytes épineux, le recouvrement moyen est en général assez élevé, il peut même atteindre 80 % dans certaines stations privilégiées de faible inclinaison (Tamda).

Végétant à toute exposition et aussi bien sur rocher érodé que sur éboulis fixés, le GENISTETO-BUPLEURETUM occupe entre ses limites altitudinales extrêmes la quasi-totalité de la surface du sol (au moins 90 %). C'est lui qui donne son cachet grisâtre et sévère à toute cette portion du Haut Atlas calcaire. Vicariant écologique et sociologique du groupement à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida* du Haut Atlas siliceux, il représente comme lui dans ses séries successives de dégradation l'évolution régressive conduisant de la forêt de Genévriers thurifères aux garrigues écorchées à *Bupleurum spinosum.* Comme cette association, le GENISTETO-BUPLEURETUM comporte diverses sous-association et faciès :

— sous-association *typicum*
  faciès à *Juniperus thurifera*
  faciès à *Genista myriantha ;*

— sous-association à *Bupleurum spinosum* et *Stipa nitens*
  faciès à *Bupleurum spinosum*
  faciès à *Stipa nitens* et *Ononis atlantica ;*

— sous-association à *Cistus laurifolius*

— sous-association à *Thymus satureioides.*

Nous possédons 24 relevés de ce groupement, ils proviennent des localités suivantes :

1 — Tamda. Entre les Aït Mehamed et la Zaousa Ahansal : 100 m² – E. - N.-W – R. 80 % – I. 10 % – H. 60 cm (2 200 m).
2 — Zaouia Ahansal au Tizi n'Tilrist : 100 m² – E.-W. – R. 75 % – I. 20 % – H. 80 cm (2 100 m).

3 — Haute vallée de l'Imdrhas en montant au Tizi n'Ouano : 100 m² – E. - S – R. 70 % – I. 30 % – H. 35 cm (2 000 m).
4 — Tizi n'Telouet : 100 m² – E. - S.-E. – R. 75 % – I. 20 % – H. 40 cm (2 000 m).
5 — Zaouia Ahansal au Tizi n'Tilrist : 100 m² – E. - N. – R. 65 % – I. 15 % – H. 300 cm (2 100 m).
6 — Piste de Telouet : 100 m² – E.-W. – R. 60 % – I. 12 % – H. 250 cm (2 000 m).
7 — m'Goun, Haute vallée de l'Acif Aït Ahmed, près d'Ameskeur el Fougani : 100 m² – E. - S.-W – R. 60 % – I. 10 % – H. 300 cm (2 150 m).
8 — Haute Tessaout à la sortie des gorges supérieures : 100 m² –E. - S. – R. 60 % – I. 15 % – H. 350 cm (2 300 m).
9 — Vallée de l'Ahansal, 5 km en amont de la Zaouia : 100 m³ – E. - N.– R. 40 % – I. 20 % – H. 40 cm (1 850 m).
10 — J. Rhat – Tirsal : 100 m³ – E. - S. – R. 45 % – I. 20 % – H. 45 cm (1 950 m).
11 — Piste de la Zaouia Ahansal, Tamda : 100 m² – R. - S. – R. 30 % – I. 20 % – H. 35 cm (2 150 m).
12 — Vallée d'Ounila, 5 km en amont du village : 100 m² – E.-W. – R. 30 % – I. 25 % – H. 35 cm (1 950 m).
13 — Haut Imdras en amont de m'Semrir : 100 m² – E. - S.-W. – R. 35 % – I. 10 % – H. 40 cm (1 900 m.).
14 — Imi n'Ouaka (J. Rhat) : 100 m² – E. - E. – R. 40 % – I. 30 % – H. 45 cm (1 900 m).
15 — Vallée des Aït Bou Guemmez, à la sortie des gorges de l'Acif Arrous : 100 m² – E. -.N. – R. 40 % – I. 40 % – H. 35 cm (2 100 m).
16 — m'Goun, en amont de Ameskeur el Fougani : 100 m² – E. - S.-W. – R. 45 % – I. 30 % – H. 30 cm (2 350 m).
17 — Haut Imdrhas, piste du Tizi n'Ouano : 100 m² – E. - W. – R. 40 %– I. 25 % – H. 30 cm (2 100 m).
18 — Zaouia Ahansal, vallée de l'oued, à 4 km en amont du village : 100 m² – E. - N.-E. – R. 40 % – I. 10 % – H. 120 cm (1 950 m).
19 — Flanc E. du Tizi n'Illissi : 100 m² – E. - E. – R. 50 % – I. 15 % – H. 350 cm (1 900 m).
20 — 2 km à l'est du précédent : 100 m² – E. - E. – R. 55 % – I. 20 % – H. 150 cm (2 000 m).
21 — Pied de l'Ayachi, à la sortie de l'Akka n'Ijimi : 100 m² – E. - N. – R. 30 % – I. 15 % – H. 70 cm (2 100 m).
22 — Tirsal : 100 m² – E. - N.-W. – R. 40 % – I. 20 % – H. 110 cm (2 000 m).
23 — Basse vallée des Aït Bou Guemmez, à l'entrée des gorges de l'Acif Lakdar : 100 m² – E.-W. – R. 50 % – I. 40 % – H. 100 cm (1 900 m).
24 — Tizi n'Oubadou, 3 km en amont du village : 100 m² – E. - N. – R. 50 % – I. 40 % – H. 130 cm (1 850 m).

Nous avons retenu pour caractériser l'association cinq espèces ou variétés toutes endémiques des Atlas marocains, à l'exception du *Bupleurum atlanticum* répandu sur toutes les montagnes de l'Afrique du Nord, mais qui trouve son optimum sur le Haut Atlas dans le groupement étudié ici. *Bupleurum album*, endémique atlasique est abondant çà et là, en particulier au Tizi n'Telouet. *Urginea maura*, autre endémique des hautes montagnes du Sud marocain ne manque dans presque aucun relevé; il en est de même pour *Genista scorpius* var. *myriantha* qui, dans la variété *intermedia* joue un rôle

| Numero des relevés : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | | | B | | | | C | | | | D | | | | E | | | | F | | | |
| **Caractéristiques de l'association :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Genista scorpius var. myriantha | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | I | I | 2 | . | + | I | I | + | I | I | I | . | . | I | I | I | I | I | + |
| Bupleurum atlanticum | + | I | I | 2 | I | 2 | 2 | + | I | I | + | + | . | . | I | I | I | I | . | . | + | . | + | . |
| Urginea maura | I | + | + | . | . | + | I | 2 | . | + | I | + | . | I | . | + | . | . | + | + | . | . | I | + |
| Lotus marocanus var. eriosolen | + | I | + | . | + | + | I | + | + | + | . | I | I | . | . | . | . | + | . | . | I | . | . | . |
| **Différentielles des sous associations :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Thymus satureioides | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | 3 | 2 | 2 | . | . | + | . |
| Globularia Nainii | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | I | I | I | . | . | . | . |
| Cistus Laurifolius var. atlanticus | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 3 | 3 | 4 |
| **Caractéristiques des unités supérieures :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ormenis scariosa | 2 | I | 2 | + | 2 | 3 | 3 | 2 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | I | 2 | I | + | I | . | + | I | + | I |
| Thymus pallidus | I | 2 | 2 | I | I | 2 | . | I | . | . | I | I | I | 2 | . | . | . | I | . | I | . | + | . | I |
| Pterocephalus depressus | + | . | + | . | I | + | I | I | . | I | . | I | + | . | . | . | . | + | I | + | + | I | I | I |
| Delphinium Balansae | I | I | . | . | + | . | . | + | I | + | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . |
| Ononis atlantica | . | . | . | . | I | . | . | I | . | . | + | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | . | . | I | . | . | . | . | . |
| Stipa nitens | . | . | I | . | + | . | . | . | + | + | . | I | I | I | I | . | . | + | + | . | . | . | . | . |
| Galium acuminatum | . | + | . | . | + | . | . | + | + | . | . | + | + | . | + | + | . | . | + | . | . | + | . | . |
| Scutellaria orientalis var. demnatensis | . | . | . | I | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | I | + | . | . |
| Reseda fruticulosa | . | I | . | . | . | . | . | + | I | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . |
| Polycnemon Fontanesii | + | . | . | . | . | . | I | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | + |
| Leontodon Pitardi | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Bupleurum spinosum | + | I | I | I | I | . | I | + | 3 | 4 | 3 | 3 | . | 2 | I | . | I | 2 | 2 | 2 | 2 | I | . | + |
| Cytisus Balansae | . | . | . | I | I | I | . | I | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | I | . | . | . |
| Alyssum spinosum | . | . | I | . | I | + | I | . | I | I | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Erinacea pungens | . | . | . | + | I | I | I | I | . | . | . | I | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | + | . |
| Juniperus Thurifera var. africana | . | . | . | . | I | + | + | I | . | . | . | . | + | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . |
| Catananche caespitosa | . | . | . | I | . | + | I | . | + | . | . | . | . | + | + | . | . | I | . | I | + | + | . | . |
| Scorzonera pygmaea | . | I | I | . | . | I | . | . | . | . | . | . | 2 | + | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . |
| Avena filifolia var. Lagascae | . | I | + | . | . | . | I | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Marrubium multibracteatum | I | I | . | + | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Jasione humilis | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Erysimum Bocconei | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Minuartia Funkii | . | . | + | . | . | + | . | + | + | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Papaver rupifragum var. atlanticum | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Alyssum serpyllifolium | . | . | . | . | + | . | . | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | + | + | . | . | + | . | . |
| Teucrium Polium var. | + | . | . | I | + | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . |
| Teucrium chamaedrys | + | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | I | . | . | + | . | . | . | . | I | I | . | I | + |
| Euphorbia nicaeensis | I | . | . | . | I | . | . | I | . | . | . | . | I | + | + | . | . | . | . | . | + | + | . | . |
| Avena bromoides | . | . | . | . | . | + | I | . | I | . | . | . | I | . | + | + | . | . | . | . | . | + | + | . |
| Catananche caerulea | . | I | I | + | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | I | + | . | . | . | . | . | + | . | I |
| Compagnes principales : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dactylis glomerata | + | . | I | + | . | I | I | . | . | I | I | I | . | I | + | . | . | + | I | 2 | . | I | I | . |
| Hieracium pseudo pilosella | . | + | 2 | I | I | . | . | 2 | + | . | 2 | + | + | . | I | . | . | I | I | + | . | + | I | I |
| Stipa aristella | . | . | I | + | . | . | I | . | . | . | . | + | I | . | . | + | . | . | + | + | . | . | I | . |
| Melica Cupani | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | + | . | + | . | . | + | . | . | I | + | . | + | + | . |
| Thymelaea virgata | . | . | I | . | + | + | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . | I | + | . | . | . | . | . | . |
| Astragalus armatus ssp. numidicus | . | . | I | . | . | . | I | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Atractylis caespitosa | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . |
| Leontodon hispanicus | I | I | . | . | + | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Arrhenatherum elatius | I | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Haynaldia hordeacea | . | . | . | . | . | . | . | + | I | + | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Convolvulus sabatius | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Crambe reniformis | . | I | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Digitalis lutaea var. atlantica | . | . | I | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Carlina racemosa | . | . | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Artemisia atlantica | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Quercus Ilex | . | . | . | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Isatis atlantica | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Différentielles de la sous ass. à Thymus satureioides | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Globularia alypum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | + | + | + | . | . | . | . |
| Fumana laevipes | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | + | . | . | + | . |
| Anarrhinum fruticosum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | I | + | . | . | . | . |
| Cistus villosus | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . |
| Genista demnatensis | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | + | . | . | . | . |
| Pinus Halepensis | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . |
| Juniperus oxycedrus | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | I | . | . | . | . |
| Rosmarinus officinalis | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . |
| Lavandula atlantica | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . |

A : Sous Ass. TYPICUM faciès à Genista – B : Sous Ass. TYPICUM faciès à Thurifère – C : Sous Ass. à Bupleurum spinosum faciès à Bupleurum – D : Sous Ass. à Bupleurum spinosum faciès à Ononis atlantica – E : Sous Ass. à Thymus satureioides – F : Sous Ass. à Cistus laurifolius

TABLEAU VIII.

analogue dans les garrigues de montagne sur les chaînes du Bou Naceur. Nous avons adjoint aux caractéristiques la variété *eriosolen* de *Lotus marocanus* dont l'aire de répartition est sensiblement analogue.

Les différents aspects sociologiques du groupement se superposent presque exactement avec ceux qui ont été décrits à propos de l'ADENOCARPO-GENISTETUM.

Ici encore, l'aspect le plus évolué (sous-association TYPICUM) se présente sous deux faciès :

— un faciès à *Juniperus thurifera* bien développé, surtout dans la haute vallée de l'Ahansal;

— un faciès à *Genista myriantha,* fréquent sur toute l'aire de l'association sur les éboulis fixés.

*Juniperus thurifera* joue ici le même rôle que dans l'ADENOCARPETO-GENISTETUM, participant à l'association sans la déterminer; il caractérise les portions où l'action de l'homme s'est le moins fait sentir; il paraît toutefois en régression très marquée depuis une quinzaine d'années; les peuplements de thurifères du Haut Ahansal considérés en 1933 par EMBERGER comme les plus beaux de l'Atlas, ne sont plus aujourd'hui, en bien des points, qu'un vaste cimetière où agonisent au milieu des cadavres blanchis, les derniers vestiges mutilés de l'antique forêt.

C'est le faciès à *Genista myriantha* qui s'installe alors, garrigue épineuse très serrée qui fixe encore le sol, mais végétation hostile et désolée désertée même par les troupeaux de chèvres.

Les stades ultérieurs de dégradation (sous-association à *Bupleurum spinosum* et *Stipa nitens)* sont ici encore représentés par deux faciès différents, l'un *Bupleurum* localisé sur les éboulis, l'autre à *Stipa* et *Ononis atlantica,* caractéristique des stations où la roche mère affleure à la surface. Le cortège floristique n'est pas très différent, le trait essentiel est la prédominance de l'espèce déterminant le faciès, *Bupleurum atlanticum* fait toutefois, en général, défaut.

Deux sous-associations ne trouvant pas leur équivalent dans l'ADENOCARPETO-GENISTETUM sont beaucoup plus que les précédentes caractéristiques du Haut Atlas calcaire.

Ce sont :

— la sous-association à *Cistus laurifolius* var. *atlanticus;*

— la sous-association à *Thymus satureioides.*

La première est localisée sur les affleurements gréseux et sur les marnes rouges du Permo-Trias. Du point de vue altitudinal, elle se localise surtout à la partie inférieure de la zone occupée par le BUPLEURETO-GENISTETUM, c'est-à-dire entre 1 900 et 2 100 m. La seule espèce caractéristique de la sous-association est *Cistus laurifolius* var. *atlanticus;* bien qu'appartenant en général à l'étage climatique du Chêne vert, où il forme d'importants peuplements dans diverses associations sortant du cadre que nous nous sommes fixé, ce Ciste caractérise effectivement, à l'étage altimontain, les garrigues sur grès et marnes; le cortège floristique présente également à ce niveau une richesse plus grande en graminées (*Festuca* div. en particulier).

Au contraire, la sous-association à *Thymus satureoides* caractérise également aux altitudes inférieures les stations chaudes correspondant aux stades ultimes de dégradation, de la forêt de Chênes verts et de Genévriers de Phénicie et d'Oxycèdre, c'est-à-dire les portions où l'étage méditerranéen semi-aride entre en contact sur le versant nord de l'Atlas avec l'étage altimontain. Caractérisée surtout par *Thymus satureioides* et *Globularia Nainii*, cette sous-association présente dans son cortège divers éléments plus thermophiles et moins alticoles, appartenant aux landes à Cistes et Lavandes. Tel est le cas de *Cistus villosus*, *Genista demnatensis*, *Lavandula atlantica*, *Fumana loevipes*. Elle est surtout bien représentée dans les parties orientales de notre dition et en particulier, dans la haute vallée de l'Ahansal.

L'évolution respective des différents aspects présentés par le Genisteto-Bupleuretum peut donc être schématisé comme suit :

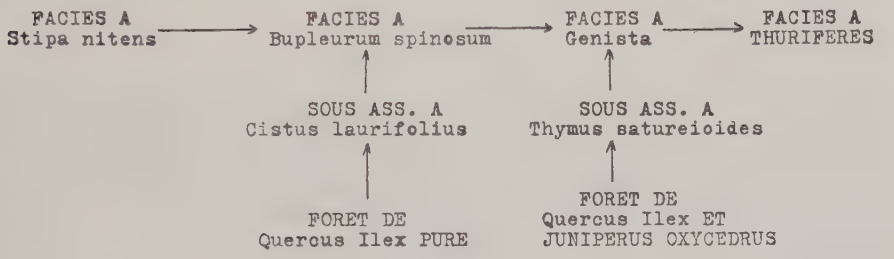



Schéma 2.

Les facteurs édaphiques et climatiques régissant le Genisteto-Bupleuretum, paraissent être à peu de chose près identiques à ceux qui ont été analysés dans les précédents paragraphes.

Ici le substrat est constitué toutefois d'éboulis périglaciaires en général plus fins, en plaquettes, plus facilement colonisables par la végétation que les pierriers granitiques ou rhyolithiques du Haut Atlas central.

Nous n'avons que fort peu de renseignements sur le micro-climat de ce groupement.

Il paraît toutefois à altitudes égales plus thermophile que la lande à Adenocarpus et Genêts.

### d) Association à ***Buxus sempervirens*** et ***Juniperus thurifera.***

Dans quelques vallées encaissées du Haut Atlas oriental, sur substrat gréseux et calcaire se développe une curieuse association arbustive correspondant sans doute aux derniers vestiges d'un faciès végétal plus répandu lors des périodes humides postglaciaires. Trois espèces la caractérisent, ce sont : *Juniperus thurifera*, *Lonicera arborea* et *Buxus sempervirens*. Cette dernière espèce découverte au Maroc par J. de Lepiney en 1931, dans l'Atlas des Aït Mehamed, retrouvée par L. Emberger dans le Haut Ahansal, forme çà et là d'importants peuplements en particulier dans toute la région comprise entre le J. Rhat et la vallée de l'Ahansal. Rappelons qu'elle existe en un autre point de l'Afrique du Nord : la région des Babors dans le Constantinois.

Ces deux colonies isolées et en particulier celle du Haut Atlas qui nous intéresse ici représentent sans conteste, les restes de peuplements plus étendus. Le Buis est en effet caractéristique dans la région méditerranéenne de l'étage de végétation humide. Si c'est le cas pour la région des Babors, sur le Haut Atlas calcaire, seules des conditions micro-climatiques très spéciales peuvent permettre le développement du Buis. En effet, dans le Haut Atlas, le Buxeto-Juniperetum occupe à des altitudes comprises entre 2 200 et 2 600 m, des éboulis plus ou moins fixés, situés à la base de falaises rocheuses orientées au nord ou les parois de gorges étroites. Les stations les plus typiqnes que nous ayons rencontrées sont celles de l'Akka n'Tazzert au sud-est de la Zaouia Ahansal.

Une autre des caractéristiques présente dans le Haut Atlas des exigences très analogues. Il s'agit de *Lonicera arborea*. Cette espèce largement répandue dans les Cédraies humides du Moyen Atlas existe çà et là dans tout le Haut Atlas depuis les Seksaouas jusqu'à l'Ayachi; c'est toutefois dans le Buxeto-Juniperetum qu'elle présente son développement optimum. Elle ne manque dans aucun de nos relevés.

En effet, seule parmi toutes les associations appartenant à l'Alliance Ormenion-Scariosae que nous avons eu l'occasion d'étudier, le Buxeto-Juniperetum peut individualiser un sol atteignant parfois une profondeur de 20 à 30 cm. Il s'agit toujours de rendzine peu évoluée, fortement squelettique avec accumulation en surface d'un horizon humifère.

Enfin l'étude même de l'évolution du tapis végétal dans l'aire du Buxeto-Junpieretum montre un haut degré d'individualité. En effet, bien qu'appartenant au même étage altitudinal que le Genisteto-Bupleuretum, la succession des groupements végétaux depuis les éboulis fluants jusqu'au peuplement sub-sylvatique de Buis et Genévriers s'établit selon un schéma tout à fait spécial :

Éboulis mouvants :

Éboulis fixés . . . . . Agropyreto-Scrofularietum
Éboulis colmatés . . . . . Peuplement de *Buxus sempervirens*
Rendzine initiale . . . . . Buxeto-Juniperetum

L'Agropyreto-Scrofularietum, stade initial de conquête des éboulis par la végétation est, lui aussi, spécial à la portion occidentale du Haut Atlas calcaire (cf. *infra*).

Aux environs de la Zaouia Ahansal, on constate très nettement la localisation de ce groupement au pied des falaises nord de l'Aïoui et dans les parties supérieures des gorges étroites qui limitent ce massif vers le sud. A plus faible altitude, c'est la forêt de Chênes verts avec *Buxus balearica* qui occupe en sous-bois des stations identiques. Tous les hauts plateaux de plus de 2 600 m sont colonisés par le Velletum Mairei; sur les falaises qui les bordent s'incruste le Saxifragetum Gausseni Ahansalicum. Toutes les pentes arides entre 1 800 et 2 600 m hébergent par contre le groupement à *Genista myriantha* et *Bupleurum atlanticum*, le plus souvent dans la sous-association Typicum, mais a sa portion inférieure dans les zones où il répond à la disparition de la forêt de Genévriers de Phénicie, dans sa sous-association à *Thymus serpyl-*

*lioides*. Le fond de la vallée enfin appartient à l'étage des Genévriers rouges et de Phénicie; çà et là apparaissent déjà quelques Pins d'Alep.

Nous possédons cinq relevés de ce groupement. Ils proviennent des massifs de l'Aïoui, de l'Aori et du m'Goun.

1 — Aïoui : Akka n'Tazzert – R. 70 % – I. 25 % – E. - N. (2 500 m).
2 — Aïoui : Akka n'Tazzert – R. 57 % – I. 35 % – E. - N.-E (2 650 m).
3 — Aïoui : Akka n'Tazzert – R. 60 % – I. 40 % – E. - N. (2 700 m).
4 — Aori : Flanc N. au-dessus de l'Acif Arrous – R. 50 % – I. 25 % – E. - N. (2 600 m).
5 — M'Goun : Flanc N. Haute vallée de l'Acif Arrous – R. 45 % – I. 20 % –E. - N. (2 700 m).

Le Buxeto-Juniperetum dont la composition est donnée dans le tableau nº 26 ne possède qu'un cortège floristique assez réduit : il appartient altitudinalement à la zone supérieure de l'étage de l'Ormenion Scarriosae; nous l'avons rapporté à cette alliance bien que les caractéristiques y soient mal représentées.

Très différent floristiquement et microclimatiquement de toutes les associations végétales de l'étage altimontain dans la partie occidentale du Haut Atlas oriental, nous l'avons déjà dit, ce groupement est remplacé plus à l'est par le groupement à *Cedrus libanotica* var. *atlantica* et *Juniperus thurifera* var. *africana*, floristiquement très affine du précédent. Il occupe des stations analogues en particulier sur les flancs nord du Masker et de l'Ayachi; plus alticole que la forêt de Cèdres ou la forêt mixte de Cèdres et de Chênes verts, il peut sans doute s'inscrire dans l'Ordre des Erinacetalia. En dehors de l'Afrique du Nord, il faut le signaler, *Juniperus thurifera* existe très souvent en compagnie de *Buxus sempervirens*, en particulier dans ses stations des Basses-Alpes, mais en aucune façon il ne saurait s'agir de la même association, son cortège floristique est, en effet, totalement différent.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Buxus sempervirens* | 5 |
| *Lonicera arborea* | 5 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Juniperus Thurifera* var. *africana* | 5 |
| *Scutellaria orientalis* var. *demnatensis* | 1 |
| *Erinacea pungens* | 5 |
| *Cytisus Balansae* | 4 |
| *Astragalus Boissieri* | 1 |
| *Erysimum Bocconei* | 4 |
| *Helianthemum croceum* | 2 |
| *Alyssum spinosum* | 3 |
| *Jurinea humilis* | 2 |
| *Veronica rosea* | 1 |
| *Inula montana* | 2 |
| *Coronilla mimima* | 1 |
| *Teucrium Polium* | 2 |
| *Teucrium chamaedrys* | 2 |
| *Thymus pallidus* | 5 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Haynaldia hordeacea* | 3 |
| *Ribes Uva-crispa* var. *atlantica* | 3 |
| *Pimpinella Tragium* | 3 |
| *Festuca hystrix* | 2 |
| *Festuca Mairei* | 2 |
| *Agropyron festucoides* var. *pseudo-festucoides* | 2 |
| *Cirsium dyris* | 2 |
| *Arenaria grandiflora* | 2 |
| *Trisetaria flavescens* | 2 |
| *Trifolium humile* | 2 |
| *Centaurea incana* var. | 2 |

f) Association à ***Marrubium Ayardi*** et ***Avena Jahandiezii.***

Parmi les associations individualisant sur les hautes montagnes marocaines, l'alliance Ormenion Scariosae, le groupement à *Marrubium Ayardi* et *Avena Jahandiezii*, occupe une place tout à fait spéciale. En effet, du point de vue géographique, elle est exclusivement cantonnée sur les hautes chaînes du Moyen Atlas oriental, ainsi que sur les revers septentrionaux des J. Ayachi et Masker. Ses exigences altitudinales la localisent approximativement entre les altitudes de 2 000-2 100 et 2 600-2 700 m; c'est-à-dire, très précisément, la zone où sur ces massifs, prospèrent les forêts de Cèdres.

Il n'est donc pas douteux que, bien que représentant un groupement de garrigues à xérophytes épineux, le Marrubieto-Avenetum ne corresponde en fait qu'à un stade de dégradation de la cédraie. Il suffit d'ailleurs de considérer la végétation du flanc nord du Bou Iblane pour s'en assurer. En effet, la forêt de Taffert pénètre en bien des endroits dans l'étage des garrigues montagnardes, et sa limite supérieure presque tracée au cordeau est indiscutablement une limite artificielle; d'autre part, des Cèdres isolés mais vigoureux montent çà et là, jusqu'à l'altitude de 2 700 m. Le déboisement est donc seul responsable sur le Moyen Atlas oriental du développement considérable que présente aujourd'hui le Marrubieto-Avenetum.

Ainsi, de tous les groupements végétaux envisagés dans ce travail, ce dernier, est un des rares, représentant exclusivement un stade de dégradation de la végétation sylvatique et tout spécialement, de la forêt de Cèdres.

C'est d'ailleurs la singularité du climat des Atlas orientaux qui rend compte à elle seule de cet état de fait. En effet, à peu près partout, la cédraie répond à un étage méditerranéen humide où la pluviosité annuelle atteint et dépasse 1 000 mm, où les brouillards estivaux sont fréquents. C'est précisément cette singularité qui permet le développement dans cette région d'un type spécial de garrigues montagnardes.

Ces modifications du climat s'accompagnent d'ailleurs d'importantes variations du cortège floristique du Marrubieto-Avenetum vis-à-vis des autres groupements appartenant à l'alliance Ormenion Scariosae. Bien qu'il soit trop tôt encore pour connaître la constitution des divers groupements de garrigues montagnardes sur les hauts plateaux mésatlasiques (dont l'étude

déborde d'ailleurs le cadre de ce travail et proposer alors, un schéma définitif de la valeur sociologique de ce groupement, le MARRUBIETO-AVENETUM peut toutefois être interprété comme suit :

Son appartenance à l'Ordre des ERINACETALIA est hors de doute, il n'est besoin pour s'en convaincre que de considérer le tableau d'association. Par contre, bien que nous rattachions ce groupement à l'Alliance ORMENION SCARIOSAE, il y aura probablement lieu de l'intégrer plus tard à un ensemble spécial aux garrigues montagnardes mésatlasiques. En effet, les espèces caractéristiques de l'alliance ORMENION végètent d'une façon à peu près exclusive dans les étages méditerranéens sub-humide et semi-aride, aussi sont-elles rares au sein du groupement analysé ici; elles se rencontrent par contre çà et là, parfois en abondance dans le Moyen Atlas oriental, mais précisément, à l'étage sub-humide; c'est-à-dire à plus faible altitude (1 600-2 000 m) dans l'étage du Chêne vert. Ces faits sont particulièrement évidents si l'on considère la figure nº 3 où sont portées en ordonnées les altitudes et en abscisses les principaux massifs atlasiques en progressant de l'est vers l'ouest, et où nous avons fait figurer les limites altitudinales extrêmes des principaux groupements végétaux qui les colonisent.

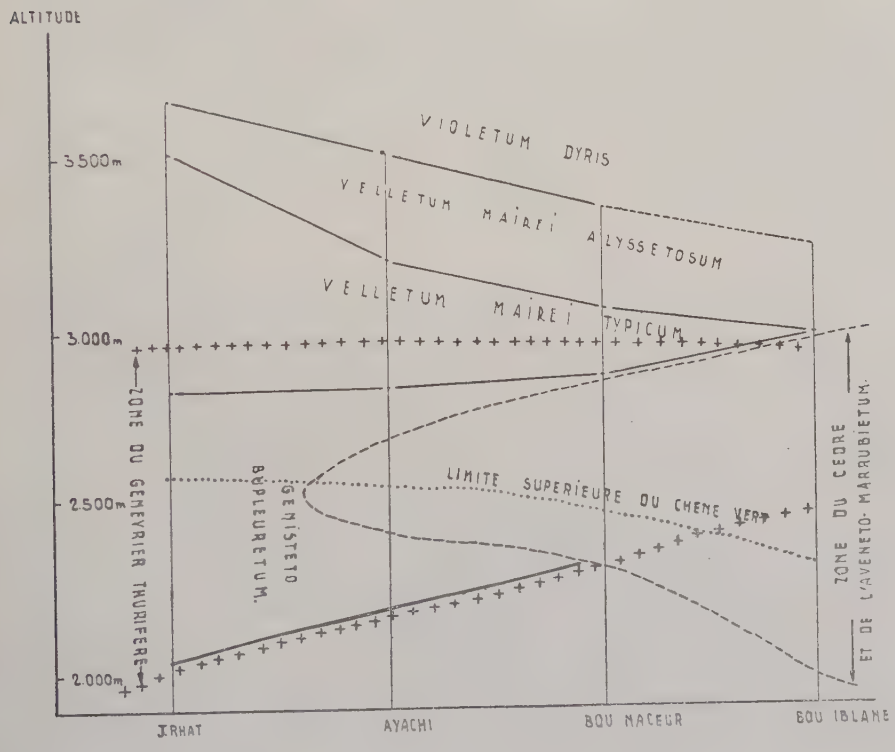



FIG. 3.

L'augmentation progressive de la pluviosité, depuis le Toubkal jusqu'au Bou Iblane, détermine, sur les flancs nord tout au moins, l'apparition et le développement progressif d'un étage méditerranéen humide caractérisé précisément par la cédraie et le groupement analysé ici.

De toute façon, nous avons retenu pour caractériser l'association, les espèces, sous-espèces et variétés suivantes :

*Marrubium Ayardi*
*Avena Jahandiezii*
*Asphodelus Ayardi*
*Astragalus armatus* ssp. *numidicus*
*Sideritis incana* var. *tomentosa*
*Ononis antiquorum* var. *horrida*
*Carcuncellus Pomelianus* ssp. *mesatlanticus.*

Bien qu'aucune de ces espèces ne puisse être considérée comme exclusive de l'association, leur ensemble est hautement caractéristique du groupement étudié ici. Si l'on met de côté les micro-endémiques *Carduncellus Pomelianus* ssp. *mesatlanticus*, *Sideritis incana* var. *tementosa* et *Ononis antiquorum* var. *horrida*, qui sortent à peine du groupement, trois espèces endémiques des Atlas orientaux figurent dans cette liste : *Asphodelus Ayardi*, ne s'éloigne jamais des garrigues montagnardes à l'étage de la Cédraie sur les crêtes du Bou Iblane, du Bou Naceur, ainsi que sur les flancs nord de l'Ayachi et du Masker. *Avena Jahandiezii* par contre est cantonnée sur le Moyen Atlas oriental où elle déborde largement le Marrubieto-Avenetum. *Marrubium Ayardi*, à la fois mésatlasique et mégalatlasique, constitue également une excellente indicatrice du groupement. Enfin, nous avons rangé parmi les caractéristiques *Astragalus armatus* ssp. *numidicus* qui, par son abondance, suggère le rapprochement du Marrubieto-Avenetum et du Bupleureto-Astragaletum kabyle (cf. *infra*) dont la physionomie générale, est très affine et qui, lui aussi, se développe dans un étage de végétation méditerranéenne humide.

Nous possédons 11 relevés de cette association. Ils proviennent des localités suivantes :

1 — Bou Iblane, au-dessus de Taffert : R. 30 % – I. 30 % – E. -.N. (2 550 m).
2 — Bou Iblane, au-dessus de Taffert : R. 40 % – I. 17 % – E. - N.-E. (2 500 m).
3 — Bou Iblane Flanc S. : R. 35 % – I. 15 % – E. - S. (2 650 m).
4 — Moussa ou Salah Flanc N. : R. 35 % – I. 8 % – E. - N.-W. (2 350 m).
5 — Moussa ou Salah Flanc S. : R. 45 % – I. 20 % – E. - S.-E. (2 700 m).
6 — J. Bou Naceur Flanc N. : R. 40 % – I. 20 % – E. - N. (2 850 m).
7 — J. Bou Naceur Taouchguelt Klir : R. 45 % – I. 30 % – E. - S.-E. (2 700 m).
8 — J. Bou Naceur Taouchguelt Srhir : R. 50 % – I. 30 % – E. - S. (2 750 m).
9 — J. Ayachi au-dessus de Titaouine : R. 40 % – I. 20 % – E. - N.-E. (2 450 m).
10 — J. Ayachi, Akka n'Ijimi : R. 45 % – I. 25 % – E. - S.-W. (2 500 m.)
11 — J. Ayachi, au-dessus de l'Akka n'Ijimi : R. 40 % – I. 25 % –E. - W. (2 500 m).

Selon que les relevés proviennent du Moyen ou du Haut Atlas, il est possible de discerner deux sous-associations spéciales, le groupement mésatlasique étant, floristiquement le mieux individualisé; sur le Haut Atlas manquent

| Numéros des relevés: | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | IO | II |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques de l'association:** | | | | | | | | | | | |
| Marrubium Ayardi | I | . | I | I | 2 | + | I | I | I | I | I |
| Avena Jahandiezii | I | I | . | I | . | . | I | . | . | . | . |
| Astragalus armatus ssp.numidicus | . | + | I | I | 2 | I | 2 | I | . | I | . |
| Sideritis incana var. tomentosa | . | + | + | I | I | + | . | I | . | . | . |
| Ononis antiquerum var. horrida | . | + | I | . | I | + | + | I | . | . | . |
| Carduncellus Pomelianus ssp.mesatlanticus | . | . | I | . | I | . | + | + | . | . | . |
| Asphodelus Ayardi | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | + |
| **Caractéristiques des unités supérieures:** | | | | | | | | | | | |
| Alyssum spinosum | I | 2 | 2 | I | + | + | I | + | 2 | 2 | 2 |
| Bupleurum spinosum | . | . | I | I | . | 2 | 2 | I | + | I | I |
| Astragalus Boissieri | . | I | . | + | I | + | I | I | . | . | + |
| Cerastium Boissieri | I | . | + | . | . | I | . | + | I | . | . |
| Berberis hispanica | I | + | . | . | I | I | I | . | . | + | . |
| Erinacea pungens | I | I | . | 2 | 3 | . | . | . | + | . | + |
| Cytisus Balansae | . | . | . | . | I | . | I | 3 | I | . | . |
| Eryngium Bourgata var. hispanicum | . | + | . | . | . | . | I | . | + | I | . |
| Polygala rosea | . | . | I | + | . | . | + | + | . | . | + |
| Prunus prostrata | . | . | + | I | I | . | . | + | . | . | + |
| Erysimum Boccenei | I | . | + | I | . | . | + | + | + | . | + |
| Helianthemum croceum | . | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . |
| Papaver rupifragum var. atlanticum | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Minuartia Funkii | . | . | . | . | . | . | I | + | . | . | . |
| Asthienema ovalifolium | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Jurinea humilis | I | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . |
| Calamentha granatensis | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . |
| Arenaria armerina | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | + |
| Avena filifolia | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Scorzonera pygmaea | . | . | . | I | . | . | + | + | . | . | . |
| Juniperus thurifera var. africana | . | . | I | . | I | . | . | . | . | . | . |
| Ononis cenisia | . | . | I | + | + | + | . | . | . | . | . |
| Avena bromoides | . | I | . | + | . | . | . | . | . | + | + |
| Inula montana | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . |
| Onosma echioides var. | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Linum suffruticosum | . | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . |
| Catananche caerulea | . | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . |
| Alyssum montanum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Dactylis glomerata | . | . | I | + | . | I | + | + | + | . | I |
| Carlina corymbosa | . | + | I | . | + | + | + | . | I | + | + |
| Helianthemum cinereum | . | I | . | . | . | + | + | . | . | + | + |
| Oryzopsis caerulescens | I | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . |
| Seseli nanum | . | . | I | . | . | + | + | . | . | . | + |
| Melica Cupani | . | + | . | . | . | . | I | . | . | + | . |
| Haynaldia hordeacea | . | . | . | . | I | . | + | . | + | + | . |
| Hieracium pseudo-pilosella | I | . | . | . | . | + | I | I | . | + | . |
| Polycarpon Bivonae | . | . | I | . | I | + | + | . | I | . | . |
| Hippocrepis scabra | + | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . |
| Origanum elongatum | . | I | . | . | + | + | . | . | . | . | . |
| Erucastrum alatum | . | . | I | + | I | + | . | . | . | . | . |
| Nepeta nepetella var. amethystina | . | . | I | . | I | . | . | . | + | . | . |
| Dianthus Gaditanus | . | . | I | . | . | . | . | + | . | + | . |
| Convolvulus lineatus | . | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . |
| Medicago suffruticosa | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . |
| Ononis Thomsonii | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . |

Tableau IX.

en effet : *Avena Jahandiezii Carduncellus Pomelianus* ssp. *mesatlanticus, Sideritis incana* var. *tomentosa ;* le reste du cortège floristique n'accuse par contre que d'infimes variations.

Le Marrubieto-Avenetum offre vis-à-vis des autres groupements de garrigues montagnardes mégalatlasiques, quelques particularités sur lesquelles il convient de s'arrêter : le recouvrement moyen de l'association, tout d'abord, est très supérieur à celui des formations homologues du Haut Atlas central et occidental : 70-80 % en moyenne au lieu de 55-60 % ; cette élévation de la valeur de recouvrement n'est que le corollaire de l'augmentation de la pluviosité, estivale surtout, sur l'Atlas oriental. Il est d'ailleurs à noter que le recouvrement moyen des xérophytes épineux en coussinets est beaucoup plus faible que dans ces mêmes associations ; en conséquence, le Marrubieto-Avenetum constitue un pâturage très acceptable pour les troupeaux d'ovins, c'est d'ailleurs de la part des autochtones, la recherche et l'accroissement de ce type de pâturage qui a déterminé la destruction progressive de la forêt de Cèdres.

Une autre question des plus importantes à l'heure actuelle est précisément le problème de la reforestation par le Cèdre, des surfaces occupées par ce type de groupement végétal ; en effet, à notre avis, le Cèdre étant là parfaitement à sa place, il serait vain et peut-être dangereux, d'envisager son remplacement par quelque essence forestière étrangère. Actuellement, la régénération du Cèdre est possible dans toute l'aire du Marrubieto Avenetum ; mieux, elle y est effective et, à proximité des cédraies encore existantes, seul, le pâturage intensif empêche l'extension de la forêt. Nous nous trouvons ici, en présence d'un des rares cas, où sur les montagnes marocaines, à l'horizon des xérophytes épineux, une mise en défends durable assurerait ou du moins favoriserait largement la régénération de la forêt. De même que R. Nègre l'a montré pour la cédraie de Kissarit, la germination et le développement des jeunes Cèdres s'effectue très bien à l'abri des chaméphytes et des nanophanérophytes ici, *Bupleurum spinosum, Astragalus armatus, Alyssum spinosum* surtout.

g) Association à ***Salvia Aucheri*** var. ***mesatlantica*** et ***Avena filifolia*** var ***Lagascae.***

Sur le flanc oriental, longeant la vallée de la Moulouya, du J. Bou Naceur, se développe entre 1 900 et 2 600 m une association végétale spéciale, endémique de cette région, répondant à l'étage de la forêt de Chêne vert. Bien que les arbres soient encore çà et là en place, le sous-bois est toujours occupé par le même groupement, qui du point de vue physionomique s'intègre dans les garrigues montagnardes à xérophytes en coussinets. Floristiquement d'ailleurs, il doit être rapporté à cet ensemble biogéographique.

La présence de ce type de végétation à l'étage du Chêne vert, n'est pas très fréquent sur les hautes montagnes marocaines, et le fait est ici d'autant plus remarquable, que la limite supérieure de la forêt est précisément constituée par la forêt de Chênes verts. Le Cèdre fait défaut, ou est au plus représenté par une étroite bande de végétation où se développe le Marrubieto-Avenetum avec comme espèces arborescentes : *Acer monspessulanum* et *Cerasus Mahaleb ;*

le Genévrier thurifère n'apparaît qu'à l'*état isolé* çà et là dans la forêt de Chênes. Des faits analogues se retrouvent en particulier dans le Haut Atlas des Seksaouas, où, cependant le Thurifère manque d'une façon absolue; ce rapprochement n'est pas fortuit, puisque ne serait-ce que par la présence commune et exclusive de *Andryala Aghardii*, la flore de ces deux massifs mérite d'être mise en parallèle.

Le SALVIETO-AVENETUM fait défaut sur le flanc occidental du Bou Naceur beaucoup plus arrosé et plus humide. Il est d'ailleurs intéressant de préciser la succession des étages de végétation sur les deux flancs de ce massif.

| Numéro des relevés : | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | IO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques de l'association :** | | | | | | | | | | |
| Salvia Aucheri ssp.Blanceana var. mesatlantica | I | 2 | I | 2 | I | + | + | . | + | + |
| Avena filifolia | 2 | 2 | 2 | I | I | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| Aster Pujosii | . | . | I | 2 | . | + | . | . | . | . |
| Artemisia alba ssp. Chitachensis var. mesatlantica | . | . | I | . | . | I | I | . | . | . |
| Genista scorpius ssp. intermedius | . | I | I | I | . | + | I | . | + | + |
| **Caractéristiques des unités supérieures :** | | | | | | | | | | |
| Alyssum spinosum | I | I | 2 | 2 | I | . | + | . | I | . |
| Erinacea pungens | I | 2 | I | I | + | I | I | . | . | . |
| Cytisus Balansae | . | . | I | + | . | . | . | . | . | . |
| Bupleurum spinosum | . | I | . | + | . | I | . | + | + | I |
| Cerastium Boissieri | + | + | I | I | + | I | + | . | + | . |
| Scutellaria orientalis var.demnatensis | . | . | . | I | + | . | + | . | . | . |
| Galium elongatum | . | . | . | + | . | . | . | . | + | . |
| Juniperus thurifera var. africana | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Berberis hispanica | . | I | . | . | + | . | . | I | . | . |
| Bupleurum atlanticum | . | . | . | I | + | . | I | . | . | + |
| Prunus prostrata | . | . | I | + | . | I | . | . | + | . |
| Teucrium polium | + | + | . | + | I | + | . | + | + | . |
| Teucrium chamaedrys | . | I | . | . | + | . | + | . | . | + |
| Inula montana | I | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Rosmarinus officinalis | I | . | . | . | . | . | . | + | . | . |
| Catananche caerulaea | . | . | + | + | . | . | + | . | . | . |
| Aphyllantes monspelliensis | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . |
| Helianthemum vulgare | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Asperula cynanchica | . | . | . | . | I | . | I | . | . | . |
| **Compagnes :** | | | | | | | | | | |
| Quercus Ilex | 3 | 3 | 2 | . | I | + | . | . | . | . |
| Brachypodium ramosum | . | I | + | I | I | + | + | + | + | I |
| Stipa tenacissima | . | . | + | I | . | + | I | I | 2 | I |
| Nepeta nepetella var. amethystina | . | + | . | . | . | I | . | . | I | 3 |
| Astragalus armatus ssp. numidicus | . | . | I | . | I | . | . | . | . | . |
| Artemisia mesatlantica | I | . | . | + | I | . | . | + | + | . |
| Verbascum sp. | . | + | . | . | . | I | . | . | . | . |
| Koeleria vallesiana | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . |
| Ajuga iva | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Santolina rosmarinifolia | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . |
| Helianthemum croccum | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . |
| Echinops spherocephalus | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . |

TABLEAU X.

Comme nous l'avons déjà indiqué ailleurs, l'augmentation de la continentalité, corollaire direct de l'assèchement estival et de l'augmentation des variations nycthémérales de la température, détermine une rétraction de l'amplitude altitudinale des étages humide et sub-humide. Il en résulte donc, à la fois, un abaissement de la limite inférieure des garrigues montagnardes, et une élévation de la limite supérieure de l'étage de végétation méditerranéenne semi-aride sous-jacent. La chênaie verte, sur le flanc occidental du Bou Naceur, par son sous-bois, constitué de xérophytes épineux en coussinets, sa constitution floristique, le faible degré de recouvrement de ses arbres appartient d'ailleurs tout à peine à un étage méditerranéen sub-humide.

Nous avons pu rassembler 10 relevés de l'association à *Salvia Aucheri* et *Avena filifolia*. Ils proviennent des localités suivantes :

1–2 — Flanc méridional de l'Adrar el Kébir au N.-W. des Oulad-Ali (2 100 m).
3–4 — Cirque de l'Atchana (1 900-2 050 m).
5 — Flanc méridional du Tizi n'Tisdi (2 100 m).
6–7 — Cirque de Taouchguelt Kebir (2 150-2 250 m).
8–9 — Flanc occidental de l'Adrar Taouchguelt (2 200-2 300 m).
10 — Près de l'Aïn Lafraoua (2 350 m).

Parmi les cinq espèces retenues pour caractériser l'association figurent plusieurs endémiques. Le plus remarquable est sans doute *Aster Pujosii*, espèce que nous avons découverte là en septembre 1953, présentant ses plus grandes affinités avec *Aster Wilkommii* de l'Espagne orientale, elle est également voisine de *Aster Amellus*. Il s'agit là, rappelons-le du premier *Aster* montagnard vivace (Section *Amellus*) découvert en Afrique du Nord. Cette espèce n'est pas rare dans l'association dont elle paraît exclusive. Trois endémiques de

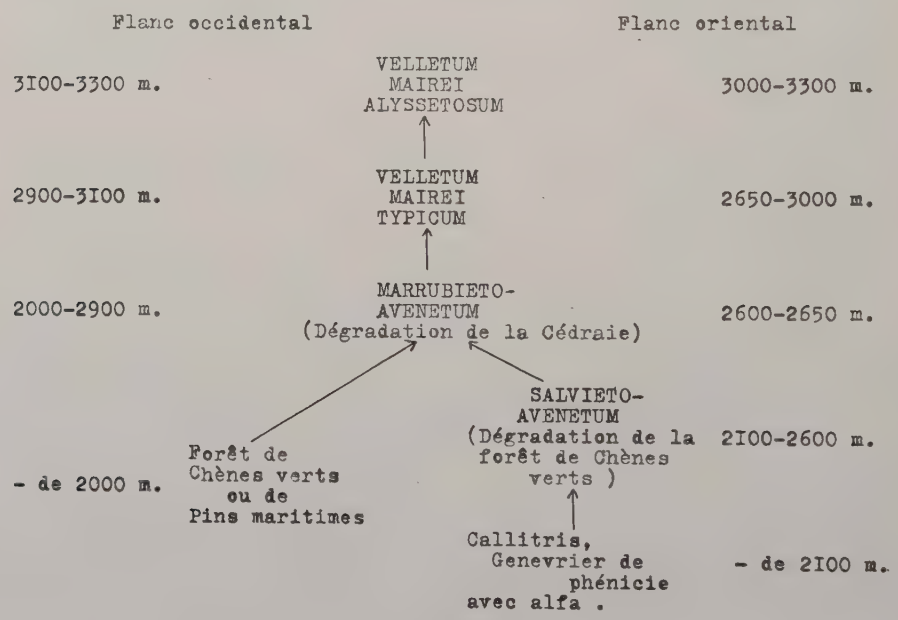



Schéma 3.

variété caractérisent encore ce groupement : *Salvia Aucheri* ssp. *Blancoana* var. *mesatlantica*, *Artemisia alba* ssp. *chitachensis* var. *mesatlantica* et *Genista Scorpius* ssp. *intermedius*. Ces plantes, bien que non exclusives présentent là leur optimum de développement; ainsi, par exemple, *Salvia Aucheri* et *Genista Scorpius* se rencontrent encore dans les steppes d'Alfa sous-jacentes au Salvieto-Avenetum. Nulle part nous n'avons rencontré d'ailleurs *Avena filifolia* en aussi grande abondance que dans cette association; cette espèce très nettement xérophile croît également, rappelons-le, sur quelques hauts sommets du Sud oranais (J. Mzi en part.). Suivant que *Quercus Ilex* est présent ou non dans le groupement, il est possible de discerner deux faciès spéciaux. Là où manque le Chêne, *Avena filifolia* devient dominant, presque toujours encore associé à l'Alfa; sous le couvert des Chênes, la flore est plus harmonieusement répartie.

Nous avons figuré sur le schèma N° 3, l'évolution altitudinale des diverses associations de garrigue altimontaine, sur les flancs orientaux et occidentaux des chaînons culminaux du Moyen Atlas oriental.

## ALLIANCE ARENARION PUNGENTIS.

Alors que l'alliance précédente permettait de grouper diverses associations atlasiques répondant essentiellement au type de lande ou de garrigue de montagne, mais présentant du point de vue biogéographique, un haut degré d'individualité, l'alliance Arenarion Pungentis correspond à peu près exclusivement au type de garrigue à xérophytes épineux en coussinets largement répandus sur tous les sommets du pourtour méditerranéen extrême occidental. C'est d'ailleurs d'un couple phytosociologique très net qu'il s'agit en réalité, en Espagne méridionale et orientale, nous l'avons déjà signalé, l'alliance Xero-Acanthion remplace l'Arenarion Pungentis tant du point de vue physionomique que floristique ou même écologique.

Nous avons retenu les espèces ci-dessous pour caractériser cette alliance :

*Arenaria pungens*
*Crepis Hookeriana*
*Carduncellus atractyloides*
*Astragalus Ibrahimianus*
*Lactuca Reversii*
*Leucanthemum pseudo-catananche*
*Festuca atlantica* var. *oxyphylla*.

L'analyse floristique des diverses associations individualisant l'alliance Arenarion Pungentis offre également un grand intérêt. En effet, alors que l'alliance Ormenion Scariosae présentait un haut degré d'endémisme strictement marocain, cette dernière offre au contraire du point de vue floristique de très étroites analogies avec l'alliance Xero-Acanthion du Sud espagnol. Ces analogies dans la composition floristique se traduisent avant tout par

l'existence de couples systématiques multiples dont les plus démonstratifs sont sans doute les suivants :

| Espèces localisées sur le Haut Atlas dans l'alliance Arenarion-Pungentis | Espèces localisées en Espagne dans l'alliance Xero-Acanthion |
|---|---|
| *Vella Mairei* | *Vella spinosa* |
| *Astragalus Ibrahimianus* | *Astragalus nevadensis* |
| *Crepis Hookeriana* | *Crepis oporinoides* |
| *Festuca indigesta* var. | *Festuca indigesta* var. |
| *Odontites Rameauana* | *Odontites granatensis* |

Quelques autres espèces, spécifiques sur le Haut Atlas de l'*Arenarion* présentent, au contraire, dans le Sud espagnol des exigences différentes et se localisent plus volontiers dans les éboulis (alliance Holcion Cespitosi) :

| | |
|---|---|
| *Vicia glauca* var. plur. | *Vicia glauca* var. *gienneuse* |
| *Euphorbia megalatlantica* | *Euphorbia nevadensis* |

Complétant encore la liste d'espèces connues ou vicariantes déjà donnée plus haut, ces analogies renforcent encore l'impression de quasi-identité physionomique et floristique existant entre les garrigues à xérophytes en coussinets de l'Afrique du Nord et de l'Espagne méridionale. Toutefois (cf. Tableau et *infra*) plus on progresse vers le Nord, plus s'accentuent les différences et se raréfie ce type de formation végétale.

L'alliance Arenarion-Pungentis occupe sur les montagnes du Maroc, tous les sommets s'élevant au-dessus de 2 500 m; elle cède le pas au Platycapnion à partir de 3 500 m environ. C'est-à-dire que très largement représentée sur tout le Haut Atlas, elle se rencontre encore sur le Siroua et les chaînons du Bou Naceur et du Bou Iblane. Elle fait par contre, défaut sur le Rif.

Nous avons eu l'occasion d'étudier sur les Atlas marocains les cinq associations suivantes qui s'y rapportent :

— Haut Atlas siliceux :

Association à *Arenaria pungens* ssp. *eu pungens* et *Vicia glauca* var. *rerayensis* (Arenarieto-Vicietum);

Association à *Elyzaldia violacea* et *Spergularia flaccida* (Elyzaldieto-Spergularietum).

— Haut Atlas calcaire :

Association à *Vella Mairei* (Velletum Mairei);

Association à *Teucrium musimonum* et *Avena montana* (Teucrieto-Avenetum);

Association à *Agropyron festucoides* et *Scrofularia ramosissima* var. *macrorrhyncha* (Agropyreto-Scrophularietum).

## I. — *LES GARRIGUES A XÉROPHYTES ÉPINEUX SUR LE HAUT ATLAS PRIMITIF*

### a) Association à ***Arenaria pungens*** et ***Vicia glauca*** var. ***rerayensis*** *(Tabl. II).*

Le Haut Atlas central et occidental constitué presque exclusivement de roches acides : granite, schistes et rhyolites en particulier, est colonisé entre 2 400 et 3 400 m en moyenne par une association spéciale appartenant à l'alliance ARENARIO-PUNGENTIS.

Ce groupement correspond sur le Haut Atlas primitif au VELLETUM MAIREI si caractéristique du Haut Atlas calcaire; il présente beaucoup de traits communs avec ce dernier, mais aussi plusieurs différences tant floristiques que physionomiques sur lesquelles ils convient d'insister.

En effet, bien que dans le groupement à *Arenaria pungens* et *Vicia glauca*, les xérophytes épineux en coussinets soient encore abondants, ils ne constituent plus à eux seuls, comme dans le VELLETUM, la quasi-totalité de la couverture végétale. En effet, de nombreux hémicryptophytes et tout spécialement des graminées vivaces contribuent à atténuer considérablement la physionomie si spéciale de ces garrigues. Tel est le cas surtout de *Festuca indigesta, Festuca atlantica* var. *Koeleria splendens, Festuca maroccana, Festuca Yvesii.* La présence des deux dernières espèces, qui sur le Haut Atlas calcaire, se localisent dans les pozzines sèches, indiquent pour les garrigues à xérophytes épineux du Haut Atlas primitif un climat relativement moins extrême et sensiblement plus humide que pour leurs homologues du Haut Atlas calcaire. L'abaissement notable de leurs limites altitudinales plaide également en faveur de ces faits qu'il nous a été possible de vérifier par quelques mesures climatologiques. Nous reviendrons plus loin sur ces faits.

Toutefois, les dissemblances floristiques existant dans la constitution respective du VELLETUM et de l'ARENARIETO-VICIETUM sont très faibles, et les différences considérables que présente le substrat de ces deux groupements dans leur constitution géochimique ne paraissent jouer qu'un rôle de second plan dans leur déterminisme. En effet, ces deux associations représentent sur les Atlas les « climax » imposés par les facteurs climatiques généraux qui prennent le pas sur les facteurs micro-climatiques et plus spécialement édaphiques. En effet, peut être mis à part *Carum atlanticum*, aucune des espèces appartenant à l'ARENARIETO-VICIETUM ne peut être regardée sur les Atlas, comme strictement calcifuge. L'absence ou la rareté dans le VELLETUM de *Festuca indigesta Hyssopus, Koeleria spendens* n'est que la conséquence d'un assèchement notable du climat général et tout spécialement d'un accroissement en durée et en intensité de la période de sécheresse estivale sur le Haut Atlas calcaire. En effet, sur le Moyen Atlas, le Rif ou la Sierra Nevada, plus humides, ces espèces sont parfaitement indifférentes à la valeur physico-chimique du substrat.

Comme le VELLETUM, l'ARENARIETO-VICIETUM occupe sur tout le Haut Atlas central et occidental, de très vastes étendues; il individualise plusieurs aspects sociologiques.

Nous donnons ci-dessus la liste des localités où ont été effectués les 24 de nos relevés groupés dans le tableau N° :

1 — J. Tamgout (seksaouas) : 100 m² – R. 30 % – 40 % – H. 10 cm (2 900 m).
2 — Ras Moulay Ali : 100 m² – R. 35 % – I. 30 % – E. - W. – H. 25 cm (3 200 m).
3–5 — J. Tichka, en divers points du plateau : 100 m² (2 900-3 250 m).
6 — J. Bou Ourioul : 100 m² – R. 35 % – E. - E. (2 900-3 000 m).
7–8 — Oukaimeden, crêtes culminales et flanc N. du J. Tizzerag : 100 m² – E.- N. (2 100 m).
9–12 — Haute vallée de la Reraya : 100 m² – E. - N.-W. (2 900-3 300 m).
13–15 — Environs du refuge J. de Lepinay (versant N. du Tazerarht) : 100 m² – E. - N.-W. – (2 700-3 100 m).
16–17 — Haut Seksaouas, au-dessus d'Affensou : 100 m² – E. - N.-E. (2 450 m).
18 — Massif de Toubkal, près de Sidi Chamarouche : 100 m² – E.-W. – R. 60 % – I. 30 % (2 400 m).
19 — Massif de Tazerarht sous le refuge de Lepiney : 100 m² – E.-N. – R. 40 % – I. 35 % (2 350 m).
20 — J. Toubkal : 100 m² – E.- W. – R. 20 % – I. 30 % (4 350 m).
21–22 — Haute Reraya, sous le Tizi n'Ouagouns : 100 m² – E. - N. – R. 30 % – I. 30 % (3 300 m).
23 — Pied N. du Tazeraht : 100 m² – E. - N.-W. – R. 20 % – I. 30 % (3 250 m).
24 — Bou Ourioul : 100 m² – E. - W. – R. 20 % – I. 30 % (3 150 m).

Nous avons retenu 10 espèces pour caractériser cette association. Quelques-unes sont des endémiques du Grand Atlas siliceux : *Leucanthemum catananche*, *Carum atlanticum*, *Carduncellus lucens*, mais elles sont toujours rares dans l'association; d'autres endémiques mégalatlasiques y présentent leur développement optimum : *Vicia glauca* var. *rerayensis*, *Hyssopus officinalis* var. *marocanus*, *Sideritis incana* var. *Arenaria pungens* ssp. *eu-pungens* var. *typica*. Enfin, *Koeleria splendens* spp. *caudata* et *Festuca ovina* ssp. *indigesta* ne sortent pas, sur le Haut Atlas, de cette association. Il faut remarquer que sur le Haut Atlas siliceux *Arenaria pungens* n'existe que dans sa sous-espèce *typica* alors que sur le Haut Atlas calcaire il s'agit à peu près toujours de la ssp. *Boissieri*.

Les caractéristiques de l'Alliance ARENARION PUNGENTIS sont moins nombreuses et plus rares que dans le VELLETUM MAIREI; seuls *Crepis Hookeriana*, *Astragalus Ibrahimianus* et *Festuca atlantica* var. *oxyphylla* existent encore.

Il est possible de distinguer dans l'association à *Arenaria pungens* et *Vicia glauca* var. *rerayensis* plusieurs aspects correspondant à des sous-associations.

Le type le plus évolué et le plus riche du point floristique (sous-association TYPICUM) est largement répandu entre 2 400 et 3 100 m sur tout le flanc septentrional du Haut Atlas siliceux. Il peut lui-même être divisé en deux faciès principaux.

Le premier (faciès à *Festuca indigesta*) colonise les massifs occidentaux et la bordure septentrionale du Haut Atlas siliceux; c'es-à-dire les portions de l'association directement exposées aux influences marines. Nous avons pu

l'étudier dans le Haut Atlas des Seksaous, à l'Oukaïmeden et dans les environs du Tizi n Tichka. Ce faciès est caractérisé surtout par l'abondance de *Koeleria splendens* ssp. *caudata*, *Festuca indigesta* et la présence, exceptionnelle, il est vrai, de *Juniperus communis* var. *hemispherica*. Toutes les autres caractéristiques sont présentes. Les xérophytes en coussinets sont abondants, surtout *Erinacea* et *Cytisus Balansae*. Le cortège des espèces compagnes et accidentelles est également nombreux.

Le deuxième faciès répandu surtout sur tout le massif du Toubkal, c'est-à-dire dans les portions du Haut Atlas central abritées des influences maritimes. Floristiquement caractérisé par des critères négatifs, *Koeleria*, *Festuca indigesta* font défaut ; cette dernière est remplacée par *F. maroccana*. *Erinacea* manque également. Le recouvrement moyen y est plus faible que dans le faciès précédent. *Juniperus thurifera* se rencontre çà et là à l'état isolé, alors qu'il manque toujours dans le faciès à *Festuca indigesta*.

A partir de 3 200 m environ existe dans le massif du Toubkal et sur tous les hauts sommets du massif central, un autre aspect de l'association (sous-association à *Alyssum spinosum*). Celui-ci est caractérisé surtout par un appauvrissement très net du cortège floristique : *Erinacea*, *Bupleurum*, *Cytisus Balansae*, *Prunus prostrata*, *Berberis hispanica* parmi les xérophytes en coussinets ont totalement disparu. Par contre, *Arenaria pungens* et *Alyssum spinosum* tendent à prédominer d'une façon absolue dans le tapis végétal. De nombreuses espèces compagnes, hémicryptophytes en général, font défaut. Par contre, sont apparues quelques espèces alticoles ne descendant qu'exceptionnellement au-dessous de 3 000 m : *Cirsium dyris*, *Linaria gallioides*, *Myosotis alpestris* ssp. *albo-marginata*. Sont également apparus quelques représentants des Udo-Nardetalia qui se localisent surtout dans les bas-fonds humides ou à proximité de suintements.

Quelques relevés effectués à 800 m au bord de l'Oued, en amont du refuge Lepiney (3 300 m) fournissent un excellent exemple de ce type de groupement. Trois relevés de 100 m sur éboulis de ryolites assez fins, fixés et colmatés par d'importants apports humiques. Humidité édaphique importante (proximité de l'acif).

— Espèces appartenant à l'Arenarieto-Vicietum :

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Arenaria pungens* | 1 | + | 2 |
| *Alyssum spinosum* | 3 | 2 | 3 |
| *Vicia glauca* var. *rerayensis* | 1 | + | 1 |
| *Jasione humilis* | + | + | . |
| *Leontodon hispanicum* | 1 | 1 | . |
| *Leucanthemum depressum* | + | . | . |
| *Ribes uva-crispa* var. *atlantica* | . | + | . |
| *Festuca deserti* ssp. *marocana* | 2 | . | + |
| *Papaver rupifragum* ssp. *atlanticum* | . | + | + |

— Espèces appartenant aux Udo-Nardetalia :

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Trifolium humile* | 1 | 2 | 2 |
| *Luzula spicata* | . | + | + |
| *Rumex atlanticus* | 1 | . | + |
| *Silene heterodonta* | . | 1 | + |
| *Festuca rubra* var. *Yvesiana* | 1 | . | 1 |
| *Festuca Yvesii* | + | + | . |

| Numéro des relevés : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | | | | | | | B | | | | | | | C | | | | D | | | | |
| Caractéristiques de l'association : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Arenaria pungens* ssp. *eu-pungens* | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | + | + | 1 | . | 2 | 1 | 1 | 1 | + |
| *Vicia glauca* var. *rerayensis* | . | + | . | . | + | . | + | + | + | + | 1 | + | 1 | + | + | . | . | + | + | . | + | . | + | . |
| *Carduncellus lucens* | . | . | . | . | + | . | + | 1 | 1 | 1 | . | . | 1 | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Carum atlanticum* | . | + | . | . | . | + | . | + | + | . | . | 1 | + | + | . | . | + | . | . | 1 | . | . | . | . |
| *Leucanthemum atlanticum* var. *gelidum* | . | . | . | + | . | . | . | . | . | 1 | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Différentielles de la sous-association à *Festuca indigesta* : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Sideritis incana* var. *altiatlantica* | 1 | . | + | . | 2 | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Festuca ovina* ssp. *indigesta* | 1 | . | 1 | 1 | + | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Koeleria splendens* | 2 | 1 | . | 2 | 2 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Hyssopus officinalis* ssp. *marocanus* | . | 1 | 1 | . | + | + | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Juniperus communis* ssp. *hemispherica* | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Astragalus Ibrahimianus* | 1 | 1 | 1 | . | + | . | . | 1 | . | 1 | + | . | . | . | 1 | . | + | + | . | . | + | . | . | + |
| *Crepis Hookeriana* | . | . | 1 | + | . | . | . | . | . | 1 | + | . | . | + | + | + | 1 | 1 | 1 | + | 1 | . | 1 | + |
| *Festuca atlantica* ssp. *oxyphylla* | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Alyssum spinosum* | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | . | 2 | 1 | . | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | . | . | . | 1 | . | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| *Bupleurum spinosum* | 2 | . | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | . | 1 | . | + | 1 | + | . | 3 | 3 | 4 | 3 | . | . | . | . | . |
| *Erinacea pungens* | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Cytisus Balansae* | 1 | . | 3 | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . | + | + | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| *Berberis hispanica* | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| *Prunus prostrata* | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| *Echium flavum* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | . | + | . | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Erysimum Bocconei* | . | . | . | . | . | 1 | + | 1 | . | . | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Astragalus Boissieri* | 1 | 1 | . | + | 1 | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Catananche caespitosa* | 1 | . | 1 | + | 1 | + | 1 | + | . | 1 | . | 1 | + | . | + | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . |
| | 1 | | | | 1 | | | 1 | | + | | | | 1 | + | | | + | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Veronica rosea* | . | 1 | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Papaver rupifragum* ssp. *atlanticum* | . | 1 | + | . | 1 | 1 | . | + | . | . | + | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Minuartia Funkii* | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | + | + | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Eryngium Bourgati* var. *hispanicum* | . | . | 1 | . | . | . | + | + | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| *Jurinea humilis* | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Erodium cheilanthifolium* | . | . | + | . | 1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Teucrium Polium* ssp. | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Euphorbia nicaeensis* | . | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | + | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Avena bromoides* | 2 | . | 1 | 1 | . | + | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Alyssum montanum* | + | . | + | . | . | . | . | 1 | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Alyssum serpyllifolium* | + | 1 | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Catananche caerulea* | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Compagnes principales : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Dactylis glomerata* | . | . | . | 2 | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | 1 | + | . | + | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Poa bulbosa* | . | 1 | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | + | 1 | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Haynaldia hordeacea* | + | . | 1 | + | . | . | . | + | 1 | . | . | + | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Arrhenatherum elatius* var. | 1 | . | 1 | . | + | + | . | . | + | + | 1 | . | . | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Hieracium pseudo-pilosella* | . | 2 | . | . | 2 | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Leontodon hispanicus* | . | . | + | . | . | 2 | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Linaria pseudo-supina* | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Cerastium arvense* ssp. *strictum* | . | 1 | . | + | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| *Festuca deserti* ssp. *marocana* | . | . | 1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Festuca Yvesii* | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Armeria Choulettiana* | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Ribes Uva-crispa* ssp. *atlantica* | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Asperula aristata* | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Cirsium Dyris* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | + | . | . | . |
| *Myosotis alpestris* ssp. *albomarginata* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | + | + | + | . | . | . |
| *Linaria galioides* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | + | . | . | . |

A : Sous-Ass. à *Festuca indigesta* — B : Sous-Ass. à *Arenaria pungens* — C : Sous-Ass. à *Bupleurum spinosum* — D : Sous-Ass. à *Alyssum spinosum*

Tableau XI.

— Autres compagnes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Cerastium arvense* ssp. *strictum* | 1 | 1 | + |
| *Erigeron Mairei* | 1 | + | + |
| *Myosotis alpestris* ssp. *albemarginata* | . | 1 | + |
| *Bellis caerulescens* | . | 1 | + |
| *Avena montana* | 1 | + | . |
| *Draba hispanica* | + | + | . |

Ces pâturages occupent le fond de la vallée dans une portion où l'actif disparaît en profondeur et circule sous les éboulis colmatés pour reparaître un peu plus bas; il est probable que dans cette station, sous l'action des facteurs micro-climatiques spéciaux une nardaie est en train de se substituer à l'Arenarieto-Vicietum primordial. C'est le seul exemple d'une semblable évolution de la végétation que nous ayons rencontré sur le Haut Atlas.

***

Nous avons fixé sur le schéma ci-dessous, l'évolution de la végétation à l'étage altimontain du Haut Atlas primitif :

Celle-ci n'est pas univoque comme sur le Haut Atlas calcaire. Deux séries doivent en effet être distinguées suivant qu'elles procèdent d'un étage de végétation méditerranéen humide-sub-humide ou semi-aride. Dans le premier cas (J. Tichka, versant nord de l'Erdouz de l'Oukaimeden Bou Ourioul) l'Arenarieto-Vicietum sous association Typicum existe dans son faciès à *Festuca indigesta*, il fait altitudinalement suite au faciès à genistaies d'où *Juniperus thurifera* est le plus souvent absent, du groupement à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida* var. *maroccana*.

Dans le second (Massif central), c'est le faciès à *Arenaria pungens* de l'Arenarieto-Vicietum qui succède au faciès à *Juniperus thurifera* de l'Adenocarpeto-Genistetum.

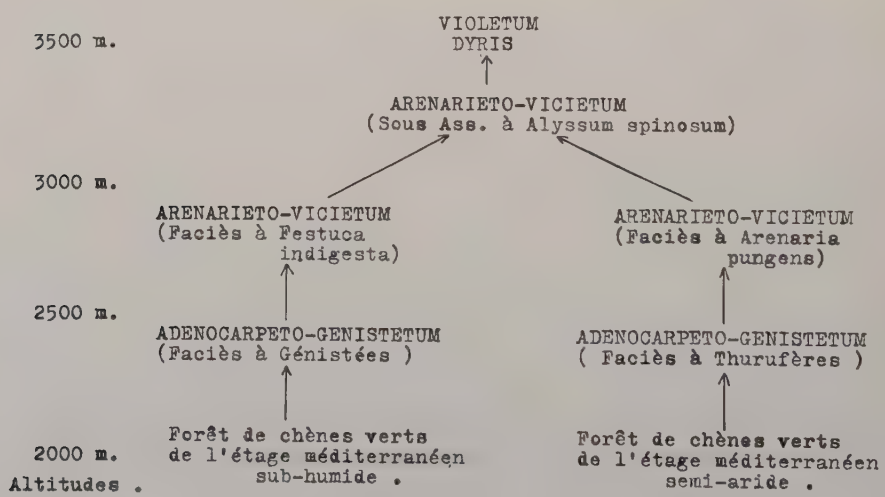



Schéma 4.

Mais dans les deux séries, l'uniformisation progressive avec l'altitude des conditions climatiques générales se solde par l'apparition de la sous-association à *Alyssum spinosum* sur tous les sommets du Haut Atlas primitif qui dépassent 3 100 mètres.

Cette distinction à l'étage altimontain, de groupements climax différents pour des variantes climatiques, n'est cependant pas l'apanage exclusif des garrigues à xérophytes épineux du Haut Atlas siliceux. Nous avons déjà signalé un cas analogue à propos du Buxeto-Juniperetum représentant l'homologue dans une variante climatique humide-sub-humide du Genisteto Bupleuretum semi-aride.

L'évolution de la végétation à l'étage altimontain sur le Haut Atlas siliceux impose la mise en parallèle avec les phénomènes analogues sur les sommets schisteux de la Sierra Nevada.

| ALT. | HAUT ATLAS SILICEUX | | SIERRA NEVADA | ALT. |
|---|---|---|---|---|
| 3 600 | Association à *Viola Dyris* ssp. *typica* et *Linaria lurida* | = | Association à *Viola nevadensis* et *Linaria glacialis* | 3 100 |
| 3 300 | Sous-association à *Alyssum spinosum* de l'Arenarieto-Vicietum | = | Association à *Arenaria pungens* et *Sideritis glacialis* | 2 600 |
| 2 600 | Faciès à *Festuca indigesta* (avec *Juniperus communis*) de l'Arenarieto-Vicietum | = | Association à *Genista Lobelii* var. *baetica* et *Juniperus nana* (avec *Festuca indigesta*) | 2 100 |
| 2 300 | Association à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida* | = | Gr. à *Adenocarpus* | 1 800 |
| | Forêt à *Quercus ilex* | = | Forêt à *Quercus alpestris*. | |

Sur les deux massifs, l'horizon inférieur est occupé par des landes à légumineuses arbustives où deux espèces du genre *Adenocarpus* tiennent le rôle primordial.

Plus haut apparaissent les garrigues à xérophytes épineux avec sur la Sierra Nevada deux associations représentant très précisément les vicariantes écologiques, floristiques et physionomistiques des deux sous-associations définies ci-dessus, de l'Arenarieto-Vicietum. Plus haut apparaissent respectivement Violetum Nevadensis et Violetum Dyris.

Il est intéressant de chercher à comparer le groupement à *Arenaria pungens* et *Vicia rerayensis* aux associations de garrigues à xérophytes sur substrat siliceux éparses sur le pourtour du bassin méditerranéen occidental.

Comme nous l'avons déjà dit sur la Sierra Nevada, c'est l'association à *Genista Lobeli* var. *baetica* et *Juniperus nana* qui tient la place de l'Arenarieto-Vicietum. Bien que présentant d'importantes affinités floristiques, le groupement Névadéen possède toutefois en propre nombre d'endémiques :

*Senecio Boissieri, Thlaspi nevadense, Leontodon Boryi, Verbascum nevadense, Astragalus nevadensis, Thymus serpylloides,* etc. ou des espèces d'affinité européenne faisant défaut sur les atlas : *Juniperus nana, J. sabina, Potentilla cinerea, Teucrium aureum* en particulier.

Cependant sur les 59 espèces (accidentelles exclues qui composent le Genisteto-Juniperetum, 36, soit 60 % se retrouvent dans l'Arenarieto-Vicietum. C'est toutefois surtout à la sous-association Typicum de ce dernier groupement que correspond le Genisteto-Juniperetum. La présence dans les deux, et en abondance, de *Festuca indigesta* le montre nettement.

Par contre, entre 2 500 et 2 700 c'est, nous l'avons vu, le groupement à *Sideritis glacialis* et *Arenaria pungens* qui doit être considéré sur la Sierra Nevada comme le vicariant de la sous-association à *Alyssum spinosum* de l'Arenarieto-Vicietum. En effet, dans ces deux ensembles végétaux, *Alyssum spinosum* et *Arenaria pungens* jouent un rôle de tout premier plan. Leur analogie est plus nette encore que dans le cas précédent : sur 26 espèces de Sideriteto-Arenarietum, 19, soit 72 %, se rencontrent dans le groupement mégalatlasique (3 dans des espèces ou variétés vicariantes systématiquement très proches). Plusieurs raisons permettent d'expliquer ce fait. C'est tout d'abord, l'identification progressive des facteurs climatiques généraux, corollaire directe de l'élévation altitudinale. C'est ensuite la disparition dans les garrigues écorchées de la Sierra Nevada, à partir de 2 500 m d'un important contingent d'espèces européennes : *Juniperus nana, J. sabina, Dianthus brachyanthus,* manquant sur les Atlas marocains, ou endémiques *(Thlaspi nevadense, Senecio Boissieri)*. Une diminution de la pluviosité estivale est très certainement responsable sur la Sierra de cet état de fait; en effet, comme nous avons eu l'occasion de le montrer sur ce massif, la flore orophile de type européen est strictement localisée, quoique encore abondante, dans les prairies humides, les tourbières et à proximité des suintements et de névés persistants.

Sur les hauts sommets de la Corse existent divers groupements végétaux, du point de vue écologique et physionomique, très affines des garrigues altimontaines précédemment décrites. Mais, pour des raisons sans doute biogéographiques, leur cortège floristique accuse un haut degré de singularité. Comme il a été dit plus haut, une seule espèce caractéristique de l'Ordre des Erinacetalia s'y rencontre encore : *Prunus prostrata.* Toutefois, le Juniperetum décrit du Renoso par de Litardière et Malcuit ou du Fonnello par de Litardière suggère une mise en parallèle étroite avec les garrigues altimontaines atlasiques ou névadéennes. Leurs affinités sont établies ci-dessous. (Les accidentelles et les ubiquistes n'ont pas été comprises.)

| CORSE | SIERRA NEVADA | ATLAS |
|---|---|---|
| Espèces communes : | | |
| *Prunus prostrata* | *Prunus prostrata* | *Prunus prostrata* |
| *Sedum brevifolium* | *Sedum brevifolium* | *Sedum brevifolium* |
| *Paronychia polygonifolia* | *Paronychia polygonifolia* | *Paronychia polygonifolia* |

| CORSE | SIERRA NEVADA | ATLAS |
|---|---|---|
| Espèces vicariantes : | | |
| *Berberis aetnensis* | *Berberis hispanica* | *Berberis hispanica* |
| *Astragalus sirinicus* var. *genargenteus* | *Astragalus nevadensis* | *Astragalus Ibrahimianu* |
| *Satureia corsica* | *Satureia granatensis* | *Satureia granatensis* |
| *Odontites corsica* | *Odontites granatensis* | *Odontites Rameauana* |
| *Juniperus communis* ssp. *nana* | *Juniperus communis* ssp. *nana* | *Juniperus communis*ssp. *hemispherica* |
| *Festuca ovina* ssp. *indigesta* var. *Litardieri* | *Festuca ovina* ssp. *indigesta* var. *eu-indigesta* | *Festuca ovina* ssp. *indigesta* var. plur. |
| *Rosa Seraphini* | *Rosa Sicula* | *Rosa Sicula* |
| *Genista Lobelii* | *Genista Lobelii* var. *baetica* | — |
| | | — |
| *Daphne oleoides* | *Daphne oleoides* | — |
| Espèces spéciales : | | |
| 18 environ | 20 environ | 13 environ |
| Espèces communes ou vicariantes Atlas sierra nevada : | | |
| | 36 espèces | 36 espèces |

S'il est difficile de nier les affinités que présentent entre eux ces trois groupements, il n'est pas possible toutefois de rapporter celui de Corse aux unités sociologiques définies plus haut. Son individualité est trop tranchée et une étude d'ensemble sur la végétation altimontaine de la péninsule italique, de la Sicile et de la Sardaigne sera nécessaire avant d'en connaître la valeur sociologique exacte.

Nous n'avons que peu de renseignements sur les garrigues de montagnes sur le revers méridional des Pyrénées. Toutefois, dans la portion orientale de la chaîne Braun-Blanquet décrit des environs de Noria un groupement à *Festuca indigesta* déjà riche en éléments oro-méditerranéens qui n'est pas sans présenter quelques analogies avec les formations étudiées plus haut. Il s'intègre d'ailleurs dans l'alliance Festucion Scopariae et plus spécialement dans l'association à *Festuca scoparia*, caractérisée précisément par divers orophytes méditerranéens qui se retrouvent ou possèdent des vicariantes sur les sommets de la Sierra Nevada ou de l'Atlas. Ces analogies sont fixées ci-dessous :

| PYRÉNÉES ORIENTALES | SIERRA NEVADA | HAUT ATLAS |
|---|---|---|
| Parmi les caractéristiques de l'association : | | |
| *Koeleria vallesiana* | + | + |
| *Ononis cenisia* | + | + |
| *Onosma fastigiatum* var. *catalaunicum* | *Onosma fastigiatum* | *Onosma fastigiatum* var. *mauritanicum* |
| *Astragalus nevadensis* var. *catalaunicus* | *Astragalus nevadensis* ssp. *eu-nevadensis* | *Astragalus Ibrahimianus* |

| PYRÉNÉES ORIENTALES | SERRA NIEVADA | HAUT ATLAS |
|---|---|---|
| Parmi les caractéristiques de l'alliance (Festucion Scopariae) : | | |
| *Sideritis Endressi* | *Sideritis glacialis* | *Sideritis montana* var. |
| *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulnerarioides* | *Anthyllis vulneraria* ssp. *Webbiana* | *Anthyllis vulneraria* ssp. *atlantica* |
| *Galium pyrenaicum* | + | · |
| *Vicia pyrenaica* | + | · |
| *Medicago suffruticosa* | + | + |
| *Eryngium Bourgati* | *Eryngium Bourgati* var. *hispanicum* | *Eryngium Bourgati* var. *hispanicum* |
| *Scabiosa velutina* | *Scabiosa tomentosa* | · |
| *Erigeron alpinus* var. *pyrenaicus* | *Erigeron alpinus* var. | *Erigeron Mairei* |
| *Teucrium pyrenaicum* | *Teucrium rotundifolium* var. | *Teucrium rotundifolium* var. |
| Parmi les compagnes : | | |
| *Festuca ovina* ssp. *indigesta* | *Festuca ovina* ssp. *indigesta* | + |
| *Arenaria grandiflora* | + | + |
| *Iberis sempervirens* | + | + |
| *Juniperus communis* ssp. *nana* | + | *Juniperus communis* ssp. *hemispherica* |
| *Thymus nervosus* | *Thymus serpyllioides* | |

Sur 79 espèces constituant le Festucetum Scopariae pyrénéen, 27, soit 34 % se retrouvent ou possèdent des vicariantes dans le Genisteto Juniperetum névadéen et 19, soit 24 % dans l'Arenarieto-Vicietum mégalatlasique. Ces chiffres sont beaucoup trop élevés pour ne révéler qu'une coïncidence, d'autant que les analogies existent surtout entre les caractéristiques de l'association et de l'alliance. En effet, le Festucion Scopariae a été rattaché par son auteur à l'Ordre des Seslerietalia et à la classe des Elyno-Seslerietea et du point de vue floristique, cette position est inébranlable. Or, nous l'avons vu, les garrigues altimontaines atlasiques et névadéennes doivent s'intégrer dans la classe des Ononido-Rosmarinetea et dans l'Ordre des Erinacetalia; pratiquement aucune parmi les caractéristiques des unités précitées ne s'y retrouvent. C'est aux derniers échelons de la hiérarchisation sociologique qu'apparaissent les similitudes. Cette constatation permet de considérer les garrigues altimontaines atlasiques et névadéennes comme les homologues des groupements appartenant sur les hautes montagnes européennes à la classe des Elyno-Seslerietalia; enfin, du point de vue spéculatif, l'alliance pyrénéenne Festucion Scopariae peut être considérée comme vicariant des fragments calcifuges du Xero-Acanthion espagnol ou de l'Arenarion-Pungentis atlasique. Cette interprétation peut être surprenante à première vue. En effet, sur la chaîne des Pyrénées, les groupements s'inté-

| | ATLAS | NEVADA | PYRÉNÉES ORIENTALES | |
|---|---|---|---|---|
| Altitudes . . . . . | 2 500–3 300 | 1 500–2 000 | 400–900 | SUBSTRAT CALCAIRE |
| Association . . . . | Velletum Mairei | Astragaleto-Festucetum | ? | |
| Alliance . . . . . | Arenarion pungentis | Xero-Acanthion | Ononidion striatae | |
| Ordre . . . . . | Erinacetalia | Erinacetalia | Ononidetalia striatae | |
| Classe. . . . . | Ononido-Rosmarinetea | Ononido-Rosmarinetea | Ononido-Rosmarinetea | |
| Classe. . . . . | Ononido-Rosmarinetea | Ononido-Rosmarinetea | Elyno-Seslerietea | SUBSTRAT CALCAIRE |
| Ordre . . . . . | Erinacetalia | Erinacetalia | Seslerietalia | |
| Alliance . . . . . | Arenarion-pungentis | Xero-Acanthion | Festucion scopariae | |
| Association . . . . | Arenariato-vicietum | Genisteto-Juniperetum | Festucetum scopariae | |
| Altitudes . . . . . | 2 500–3 500 | 1 900–2 600 | 2 000–2 700 | |
| | SUBSTRAT SILICEUX | | | |

Tableau XII.

grant dans l'Alliance Festucion Scapariae sont toujours calcicoles. Mais si, sur les montagnes d'Afrique du Nord la notion de calcicolie et de calcifugie est déjà extrêmement atténuée, il est toutefois normal que les plantes, indifférentes au substrat dans ces régions où prédominent absolument les facteurs climatiques, se voient reléguées, si l'on remonte vers le nord, dans les stations microclimatiquement les plus chaudes, c'est-à-dire sur le calcaire dont la conductibilité et la capacité thermique sont plus élevées que pour les roches siliceuses.

En effet, sur les Pyrénées orientales par exemple, sur substrat siliceux, le groupement vicariant du Festucetum Scopariae est le Festucetum Eskiae dont 6 espèces sur 61 seulement (soit 10 %), se retrouvent dans le Genisteto-Juniperetum névadéen et 4 (soit 7 %) dans l'Arenarieto-Vicietum atlasique.

Les vicariances respectives existant entre les garrigues altimontaines atlasiques, névadéennes et les groupements homologues des Pyrénées orientales sur substrat siliceux et calcaire peuvent s'établir de la façon donnée dans le tableau XII.

Un élément important dans la constitution des garrigues à xérophytes épineux sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord et d'Espagne méridionale est *Cytisus (Genista) purgans* ssp. *Balansae*. Cette sous-espèce oro-méditerranéenne est remplacée plus au nord par la ssp. *eu-purgans* fréquente dans les landes montagnardes et sub-alpines inférieures des Pyrénées, et du Massif central français. Braun-Blanquet a décrit sur les Pyrénées orientales un groupement à *Genista pugans* ssp. *eu-purgans* et *Arctostaphylos uva-ursi* appartenant à l'Ordre des Vaccinio-Piceetalia dont les seules analogies avec le Genisteto Juniperetum névadéen sont la présence commune de *Juniperus communis, Iberis sempervirens, Jasione perennis. Cytisus purgans* ssp. *Balansae* est d'ailleurs très rare sur les sommets de la Sierra Nevada. Ses analogies avec l'Arenarieto-Vicietum mégalatlasique sont plus discrètes encore.

Nous ne possédons que peu de renseignements sur les facteurs écologiques régissant l'Arenarieto-Vicietum.

Quelques mesures effectuées du point de vue climatique aux mois de juillet et août 1952 nous ont donné les résultats suivants :

Sur le plateau du Tichka nous avons enregistré sur l'association sous abri (2 900 m) les minima nocturnes suivantes :

| | |
|---|---|
| Nuit du 23 au 24 juin | 3°5 |
| Nuit du 24 au 25 juin | 5°6 |
| Nuit du 25 au 26 juin | 8° |
| Nuit du 26 au 27 juin | — 0°8 |
| Nuit du 27 au 28 juin | 3°2 |

Ces chiffres sont très faibles et une température négative (avec glace dans la pozzine proche) n'avait jamais été signalée à notre connaissance en juin sur le Haut Atlas. Pendant la même période les maxima diurnes étaient de 26-29-30-28-30°.

Dans le massif du Toubkal (refuge Neltner 3 200 m) les valeurs relevées ont été :

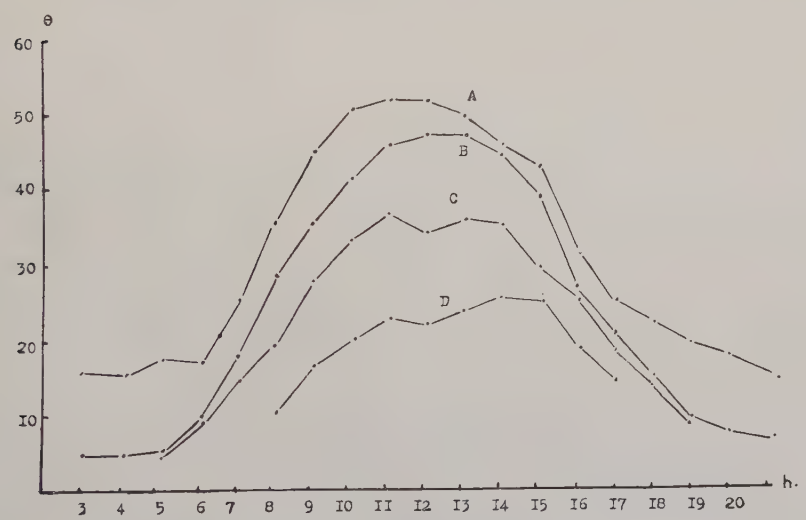
| | |
|---|---|
| Nuit du 6 au 7 juillet | 4°7 |
| Nuit du 7 au 8 juillet | 6° |
| Nuit du 8 au 9 juillet | 6°3 |
| Nuit du 9 au 10 juillet | 7°3 |

Sur le plateau du Tichka dans la sous-association à *Festuca indigesta* nous avons noté au sol (moyenne de 10 mesures) :

| | m | M |
|---|---|---|
| Le 22 juin | 4° | 36 |
| Le 24 juin | 5°5 | 42 |
| Le 25 juin | 6° | 41 |
| Le 26 juin | 3° | 38 |
| Le 27 juin | 5° | 41 |

Du point de vue thermique les différences qu'accuse l'Arenarieto-Vicietum vis-à-vis de l'Adenocarpeto-Genistetum résident donc non en un abaissement des maxima diurnes estivales mais bien, malgré une différence de près de 1 000 m d'altitude, et seulement en l'abaissement des minima nocturnes.

Ces faits sont particulièrement nets dans le graphique ci-dessous :




Graphique 3.

Variations journalières de la température à 5 cm du sol (Toubkal).
A : *Adenocarpeto-Genistetum*, 2 000 m. B : *Arenarieto-Vicietum Typicum*, 2 900 m.
C : *Arenarieto-Vicietum Alyssetosum*, 3 300 m. D : *Violetum Dyris*, 3 900 m.

Par contre la discrimination des sous-associations à *Festuca indigesta* et à *Alyssum spinosum* et même du Violetum Dyris paraît dépendre surtout, si l'on n'envisage que le facteur température, d'un abaissement progressif dés maxima diurnes. Dans ces trois groupements en effet, les minima nocturnes moyens oscillent autour de 5° pendant le mois de juillet.

### L'humidité atmosphérique.

Bien que nous ne possédions que peu de mesures, le taux de l'humidité atmosphérique paraît très nettement inférieur au niveau de l'ARENARIETO-VICIETUM qu'à celui de l'ADENOCARPETO-GENISTETUM.

Les chiffres obtenus le 10 juin 1952 sur le massif du Toubkal 3 200 m, sont en effet très nettement inférieurs à ceux qui ont été donnés plus haut pour la lande à *Adenocarpus*.

| | Humidité relative | |
|---|---|---|
| 8 h. 30 | 54 % | 60 % |
| 11 h. | 47 % | 45 % |
| 12 h | 39 % | 40 % |
| 15 h | 10 % | 38 % |
| 17 h | 24 % | 59 % |
| 18 h | 45 % | 65 % |

Aux mêmes heures les moyennes pour la lande à *Adenocarpus* sont indiquées dans la deuxième colonne.

Les mesures que nous avons faites sur le J. Tichka confirment cette opinion.

La moyenne de 25 mesures au sol montrent entre 11 et 15 heures un taux d'humidité relative toujours inférieur à 10 % et à 1,5 m du sol, toujours inférieur à 25 %. Comme le montrera l'étude du VIOLETUM DYRIS, à plus haute altitude, ces chiffres baissent encore.

Nous nous trouvons sans doute là, devant le facteur déterminant la prédominance des espèces de souche méditerranéenne sur les hauts sommets des Atlas, ainsi d'ailleurs que sur la Sierra Nevada.

### Les facteurs édaphiques.

Comme dans toutes les garrigues épineuses du Haut Atlas, le sol de l'ARENARIETO-VICIETUM est constitué d'éboulis à peine fixés dans lesquels il est difficile de retrouver trace de sol.

Toutefois, dans quelques cas très particuliers, lorsque le recouvrement de la strate arbustive est suffisamment élevé, il peut se constituer un véritable sol, comme l'a indiqué EMBERGER pour les garrigues à xérophytes épineux du versant ouest du Ras Moulay Ali (Seksaouas) en 1933. En 1952 nous avons exploré la même région et malgré les renseignements fournis par L. EMBERGER lui-même, nous n'avons vu dans cette partie des Seksaouas que des garrigues dégradées sur substrat érodé. Il n'est pas douteux que ces formations aient disparu sous l'action du pâturage intensif. Par contre, nous avons rencontré sur le flanc ouest de l'Imaradene (plateau du Tichka) un ARENARIETO-ARENARIETO VICIETUM dont le recouvrement important 80 % permettait la constitution d'un sol dont l'analyse se révèle instructive à plusieurs égards.

Aoo — Étroite litière de feuilles peu ou pas humifiée (3 cm).
Ao — Arène granitique (3 cm).
AI — Sol brunâtre, très clair, peu humifère, silicaté, riche en débris granitiques, passant insensiblement en surface à l'arène granitique (5 cm).
B — Terre brun clair friable, poudreuse, riche en débris granitiques (7 cm).
C — Éboulis granitiques.

L'analyse des horizons AI et B a fourni les résultats suivants :

| | | |
|---|---|---|
| AI — | *p*H | 6,9 |
| | humus | 21,3 ‰ |
| | débris végétaux | 1,5 % |
| | granulométrie : Cailloutis | 6 % |
| | Sables grossiers | 61 % |
| | Sables fins | 17 % |
| | Limons | 10 % |
| | Argiles | 6 % |
| B — | *p*H | 6,5 |
| | humus | 19,5 ‰ |
| | débris végétaux | 1,8 % |
| | granulométrie : Cailloutis | 23 % |
| | Sables grossiers | 26 % |
| | Sables fins | 11 % |
| | Limons | 22 % |
| | Argiles | 8 % |

Lorsqu'il existe, ce qui, rappelons-le encore est tout à fait exceptionnel, le sol de l'ARENARIETO-VICIETUM présente donc un *p*H légèrement acide, surtout vers son horizon inférieur.

Un fait important à signaler, est sa richesse relativement grande en matériel humique; il s'agit donc là indiscutablement non pas d'une accumulation de sédiments entraînés par les agents météorologiques comme c'est le cas pour les pozzines sèches, mais, au moins en partie, d'un véritable sol relativement évolué quoique fortement squelettique.

b) Association à ***Helyzaldia violacea*** et ***Spergularia flaccida.***

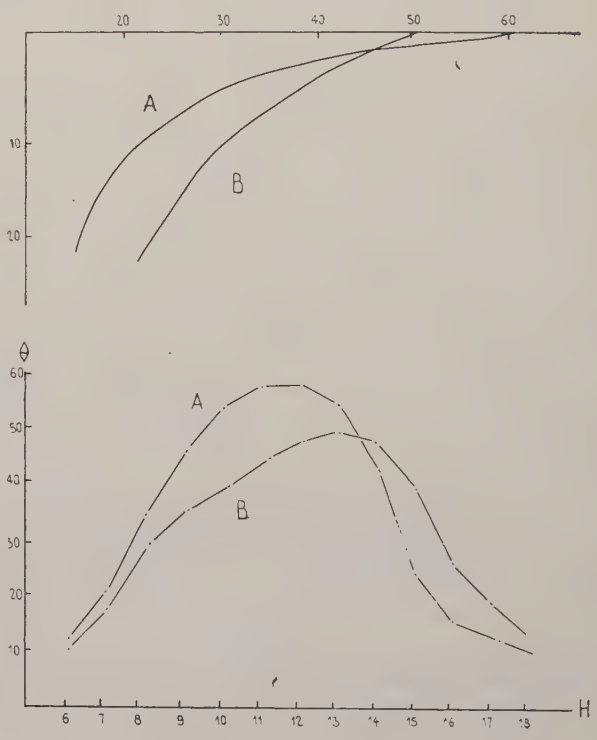
Ce groupement représente l'Alliance ARENARION-PUNGENTIS sur les sables granitiques du J. Tichka.

Bien que peu répandu, il présente des caractères floristiques et écologiques très spéciaux. Nous ne l'avons rencontré que sur le plateau du Tichka (Haut Atlas de Seksaouas) où il colonise la portion la plus extérieure des pozzines sur substrat sableux. Il établit la transition entre les pozzines sèches à *Silene Thomsoni* et *Potentilla pennsylvannica* et les garrigues à xérophytes épineux.

Nous possédons 6 relevés de ce groupement. Ils proviennent tous du plateau du Tichka et des localités suivantes :

1 — Bord de la 1re pozzine – R. 60 % – I. 10 % (2 700 m).
2 — Bord de la 2e Pozzine – R. 50 % – I. 10 % (2 750 m).
3 — Bord de la 2e Pozzine – R. 50 % – I. 15 % (2 750 m).
4 — Bord de la 3e Pozzine – R. 50 % – I. 5 % (2 850 m).
5 — Bord de la 3e Pozzine – R. 50 % – I. 10 % (2 880 m).
6 — Bord du n'Fiss – R. 60 % – I. 10 % (3 050 m).

Nous avons retenu cinq espèces pour caractériser ce groupement; elles appartiennent toutes à des lignées méditerranéennes très thermophiles et leur présence sur le Plateau du Tichka à des altitudes oscillant aux environs de 3 000 m est tout à fait imprévue. Ces cinq espèces ne sont pas rares sur les sables, dans les régions basses du Maroc. *Helyzaldia violacea* avait déjà été signalée par Emberger sur les sommets du Siroua; elle y occupe des stations analogues.



Graphique 4.

Il convient de remarquer que ces cinq espèces sont des Thérophytes, fait tout à fait remarquable sur ces sommets où ce type biologique est exceptionnel et révèle toujours une inféodation très stricte à des facteurs édaphiques particuliers.

En effet, la nature du substrat crée dans cette association des conditions micro-climatiques très spéciales. La structure arenacée du substrat, entraîne pendant la journée une élévation rapide et très considérable de la température dans les portions les plus superficielles du sol, le sable jouant le rôle d'isolant thermique puissant. Or, c'est précisément ces couches superficielles que colonisent les thérophytes qui trouvent là, et là seulement, à ces altitudes un microclimat propice à leur développement.

Ces faits sont particulièrement visibles sur les deux graphiques ci-dessus.

Le premier montre la perméabilité thermique du substrat dans l'Elyzaldietum (A) et l'Arenarieto-Vicietum (B) (moyenne de 12 mesures effectuées sur la même pozzine du J. Tichka (14 juin 1952).

Le second trace les variations diurnes de la température à la surface du sol dans les mêmes associations (moyennes du 23-24-25-26-27-28 juin 1952).

Du point de vue édaphique, ce groupement végète, nous l'avons dit sur des sables granitiques sans horizons pédologiques discernables et sans accumulation humifère en surface. Un échantillon de ce substrat recueilli sur le plateau de Tichka 3 000 m a fourni les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| pH | 7,75 |
| humus | 1,8 ‰ |
| granulométire : Cailloutis | 23 % |
| Sables grossiers | 39 % |
| Sables fins | 21 % |
| Limons | 15 % |
| Argiles | 2 % |

Par opposition au sol étudié dans le groupement précédent, le *p*H est nettement basique bien que la nature géochimique du substrat soit identique; la teneur en humus d'autre part est ici extrêmement faible et montre bien qu'il s'agit là d'une accumulation d'arène sous l'influence des facteurs météorologiques, les facteurs biochimiques par contre n'y ont joué qu'un rôle insignifiant.

L'Elyzaldieto-Spergularietum montre une très nette diminution des chaméphytes vis-à-vis des autres groupements s'intégrant dans la Classe des Erinacetalia. La proximité des pozzines sèches s'y solde par l'apparition de diverses espèces appartenant à l'Alliance Trifolion Humilis : *Rumex atlanticus*, *Lepidium atlanticum*, *Potentilla pennsylvanica* en particulier. Dans les portions les plus humides la présence de ces espèces, auxquelles s'adjoint *Bromus* permet d'individualiser une sous-association à *Bromus* à la périphérie, par contre, *Anthemis tuberculata* et *Armeria plantaginea* ssp. *Choulettiana* caractérisent la sous-association à *Armeria Choulettiana*.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Elyzaldia violacea* | 5 |
| *Spergularia flaccida* | 4 |
| *Viola tricolor* ssp. *parvula* | 4 |
| *Lithospermum arvense* | 2 |
| *Corrigiola telephiifolia* | 1 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Catananche coespitosa* | 5 |
| *Scorzonera pygmaea* | 4 |
| *Alyssum spinosum* | 4 |
| *Veronica rosea* | 3 |
| *Astragalus Boissieri* | 3 |
| *Minuartia Funkii* | 3 |
| *Jasione humilis* | 2 |
| *Erysimum Bocconei* | 2 |
| *Euphorbia nicaeensis* | 2 |
| *Avene bromoides* | 1 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Anthemis pedunculata* | 5 |
| *Bromus tectorum* | 4 |
| *Centaurea incana* var. | 4 |

*Erodium cicutarium* . . . . . 3
*Alyssum granatense* . . . . . 3
*Hieracium pseudo-pilosella* . . . . . 3
*Festuca deserti* ssp. *marocana* . . . . . 3
*Festuca Yvesii* . . . . . 3
*Poa bulbosa* . . . . . 2
*Carduncellus pinnatus* . . . . . 2
*Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum* . . . . . 3
*Rumex atlanticus* . . . . . 2
*Plantago coronopus* . . . . . 2
*Potentilla pennsylvanica* . . . . . 2
*Linaria heterophylla* var. *pseudo-supina* . . . . . 2
*Dactylis glomerata* . . . . . 2
*Armeria choulettiana* . . . . . 2

## II. — *LES GARRIGUES A XÉROPHYTES ÉPINEUX SUR LE HAUT ATLAS CALCAIRE*

### *a*) Velletum Mairei *(Tableau 14)*.

Décrit pour la première fois par Humbert en 1924, ce groupement végétal que nous avons eu déjà l'occasion d'étudier (Quézel, 1952) occupe à lui seul la presque totalité des Atlas calcaires entre 2 500 et 3 500 m. De toutes les associations de garrigues à xérophytes épineux en coussinets d'Afrique du Nord, c'est lui qui offre l'aspect le plus typique; en effet, les coussinets y occupent plus de 80 % du recouvrement utile, et abritent dans leur sein la plus grande partie des hémicryptophytes.

Dans l'étagement altitudinal des groupements végétaux, il fait suite à diverses associations appartenant à l'Alliance Ormenion Scariosae et précède le Violetum Dyris Orientalis.

Ses limites inférieures varient d'ailleurs notablement sur toute l'étendue de la chaîne et s'abaissent régulièrement de l'ouest vers l'est; elles atteignent en effet 2 600 m dans le massif du Rhat; 2 500 dans la région de l'Ahansal et à peine 2 300 sur le versant nord de l'Ayachi.

Groupement très uniforme dans son ensemble, occupant des surfaces considérables, le Velletum Mairei présente cependant un certain nombre d'aspects sociologiques permettant d'y découper plusieurs sous-associations et divers aspects.

Nous avons groupé dans le tableau ci-joint 27 de nos relevés.

Ils proviennent des localités suivantes :

1 — J. Andromeur : Pentes au-dessus de Tamda Andromeur : 100 m² – E. - S. – R. 40 % – I. 30 % – H. 25 cm (2 900 m).
2 — J. Andromeur, Issil n'Tamda : 100 m² – E. - W. – R. 35 % – I. 20 % – H. 30 cm (3 000 m).
3 — J. Rhat, Tizi n'Aït Mallal : 100 m² – E. - N.-E. – R. 40 % – I. 30 % – H. 30 cm (3 150 m).
4 — J. Rhat, Tizi n'Ferdi : 100 m² – E. - N. – R. 40 % – I. 35 % – F. 30 cm (3 100 m).
5 — J. Azourki, au bord de la piste flanc N. : 100 m² – E. - N. – R. 40 % – I. 15 % – H. 30 cm (2 600 m).
6 — J. Aori, crête culminale flanc N. : 100 m² – E. - N. – R. 30 % – I. 30 % – H. 25 cm (3 300 m).
7 — M'Goun, flanc N, au-dessus des pozzines de la Tessaout : 100 m² – E. - N. – R. 30 % – I. 20 % – H. 30 cm (3 150 m).
8 — Haut Ahansal, Akka n'Tazzert, partie supérieure : 100 m² – E. - N. – R. 30 % – I. 10 % – H. 20 cm (2 900 m).
9 — M'Goun, versant S, au-dessus du Tizi Tamougmarht : 100 m² – E. - S. – R. 30 % – I. 30 % – H. 25 cm (3 000 m).
10 — Imdrhas, 3 km avant le Tizi n'Ouano : 100 m² – E. - S. – R. 30 % – I. 25 % – H. 35 cm (2 900 m).
11 — Adrar m'Korn, flanc N.-W. : 100 m² – E. - N.-W. – R. 30 % – I. 20 % – H. 30 cm (2 900-3 050 m).

| Numéros des relevés: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | | | | | | | | | | | | | | B | | | | C | | | | D | | | |
| **Caractéristiques de l'association:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vella Mairei | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | + | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | . | + | + | 1 | . | . | . | . |
| Minuartia verna var. brachypetala | . | + | 1 | 1 | . | . | + | . | 1 | 1 | + | . | . | . | . | + | + | + | . | 1 | 1 | 1 | 1 | . | + | . | . |
| Vicia glauca var. ayachica | + | + | 1 | + | + | + | 1 | + | + | . | + | + | 1 | . | . | . | + | . | + | . | + | + | + | + | . | + | + |
| Buffonia Mirbecki | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Vella integrifolia ssp. anremerica | 1 | + | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Carduus atlantis ssp. megalatlanticus | . | . | 2 | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Carduncellus Catrouxi | . | . | + | + | . | + | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Centaurea Tachredensis | . | . | . | . | + | 2 | 1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Centaurea Josiae | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | 1 | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Taraxacum Humberti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Campanula Mairei fo. ramosa | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Cytisus pulvinatus | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Vicia glauca var. mesatlantica | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Artemisia Flahaultii | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Caractéristiques des unités supérieures:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arenaria pungens | 1 | + | 1 | 1 | 1 | 2 | + | + | 1 | . | 1 | 2 | 1 | 1 | + | + | . | + | . | . | + | . | . | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Crepis Hookeriana | + | . | + | 1 | + | + | . | + | . | . | . | + | 1 | 1 | + | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | + | . |
| Carduncellus atractyloides | . | + | + | 1 | + | + | + | . | + | . | + | 1 | + | + | . | + | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Astragalus Ibrahimianus | 1 | 1 | . | . | + | + | . | 1 | + | + | + | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . |
| Lactuca Reversii | . | . | . | . | 1 | + | . | + | . | 1 | 1 | . | . | + | . | . | . | + | . | + | . | . | + | . | + | . | . |
| Leucanthemum pseudo-catananche | . | + | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + |
| Festuca atlantica var. oxyphylla | . | 1 | . | + | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Erinacea pungens | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | + | 1 | + | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 3 | 5 | 4 | 4 | . | . | . | . |
| Alyssum spinosum | 2 | + | 1 | 1 | 2 | 1 | + | 1 | 1 | + | + | 2 | + | 1 | 1 | + | 1 | . | + | . | . | + | . | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Bupleurum spinosum | 2 | + | 1 | 1 | . | . | 1 | + | . | + | . | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | . | + | 1 | + | . | . | . | . |
| Cytisus Balansae | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | . | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | . | 2 | 2 | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Berberis hispanica | . | + | 1 | + | . | + | 1 | + | . | 1 | 1 | + | 1 | . | 1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Prunus prostrata | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 1 | . | . | 1 | . | . | 1 | + | . | + | . | . | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . |
| Juniperus Thurifera var. | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | 1 | . | + | . | + | . | . | . | . | . | + |
| Erysimum Bocconei | . | + | . | + | 1 | + | . | + | 1 | + | . | . | 1 | + | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Catananche caespitosa | 1 | 1 | . | 1 | . | + | . | . | + | + | . | 1 | + | . | . | 1 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Scorzonera pygmaea | + | . | . | + | + | . | . | 1 | . | + | + | . | + | 1 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Minuartia Funkii | + | . | + | . | + | . | + | . | + | + | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Avena fillifolia var. Lagascae | . | . | . | 1 | . | . | . | . | + | . | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| Eryngium Bourgati var. hispanicum | + | . | + | + | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Papaver rupifragum var. atlanticum | . | . | + | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Serratula nudicaulis var. | . | . | . | I | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Calamenta granatensis | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Jasione humilis | . | + | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Jurinea humilis | . | + | + | . | + | + | . | . | + | . | . | . | . | + | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Arenaria aggregata var. | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Erodium cheilanthifolium | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Euphorbia nicaeensis | . | + | + | I | + | . | . | + | + | + | . | + | I | . | . | + | . | . | I | + | . | + | + | . | . | . | . |
| Avena Bromoides | . | + | I | + | . | . | + | + | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | I | + | + | . | . | . | . | . | . |
| Iberis sempervirens | + | . | + | . | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Alyssum montanum | . | + | . | . | . | + | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Alyssum serpyllifolium | . | . | + | . | . | + | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ononis cenisia | . | . | . | . | + | I | . | . | I | + | . | . | . | . | + | . | . | I | . | I | . | . | . | + | . | + | . |
| Stipa pennata ssp. mediterranea | . | . | . | + | . | + | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | + | . | + | . | . | . | . |
| Linum salsoloides | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Inula montana | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Teucrium Polium var. | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Compagnes principales et Différentielles:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pterocephalus depressus | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | 2 | 2 | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Polycnemon Fontanesii | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Scutellaria orientalis var. demnatensis | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | + | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ononis antiquorum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | I | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Thymelaea virgata ssp. Broussonetii | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Koeleria vallesiana | . | I | I | . | I | I | + | I | I | + | I | . | I | + | . | I | I | I | + | . | . | I | . | . | . | . | . |
| Melica Cupani | + | . | + | I | + | . | . | + | + | . | I | + | . | + | . | + | I | + | . | + | + | . | + | . | . | . | . |
| Festuca Yvesii | . | + | I | + | . | . | + | . | + | I | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Festuca hystrix | . | . | . | + | . | + | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . |
| Festuca Mairei | . | . | . | + | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Poa alpina | + | . | + | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | + | + | I | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Dactylis glomerata | I | + | . | + | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Linaria tristis ssp. marginata | . | + | . | + | I | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Lactuca intricata | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Galium sp. | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Trifolium humile | . | . | . | + | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Matthiola perennis var. | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | + |
| Thymus pallidus | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ribes Uva-crispa ssp. atlantica | . | . | . | I | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Daphne Laureola | . | + | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Avena montana | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . | + | . | . | . |

A: Sous Association TYPICUM - B: Sous Ass. à Pterocephalus - C: Sous Ass. à Erinacea -

D: Sous Ass. à Alyssum spinosum.

TABLEAU XIII.

12 — J. Ayachi, au-dessous du Tizi n'Tsserdount : 100 m² – E. - N. – R. 40 % – I. 25 % – H. 30 cm (2 900 m).
13 — J. Ayachi, flanc S. du Sidi Ali ou Moussah : 100 m² – E. - S. – R. 25 % – I. 10 % – H. 30 cm (3 200 m).
14-15 — J. Bou Naceur, Taouchguelt Kebir, en amont de l'Aïn Lafraoua : 100 m² – E. - S.-W. – R. 30 % – I. 30 % – H. 30 cm (2 800 m).
16 — Flanc N. du J. Rhat, près de Tirsal : E. - N. (2 000-2 300 m).
17 — M'Goun, près des sources de l'Acif m'Goun : 100 m² – E. - N. – R.40 % – I. 15 % – H. 20 cm (2 500 m).
18 — J. Andromeur, vallée des lacs : 100 m² – E. - W. – R. 30 % – I. 10 % – H. 20 cm (2 500 m).
19-20 — J. Rhat, falaises entre le Tizi n'Aït Mallal et le Tizi n'Ferdi: 100 m² – E. - N. – R. 60 % – I. 15 % – H. 40 cm (3 100 m).
21 — J. Andromeur, sous le premier lac : 100 m² – E. - W. – R. 60 % – I. 15 % – H. 40 cm (2 700 m).
22 — J. Ayachi, gorges de Taarart : 100 m² – E. - N.-W. – R. 60 % – I. 20 % – H. 35 cm (2 800 m).
24 — J. Andromeur, flanc S. : 100 m² – E. - S. – R. 10 % – I. 35 % – H. 15 cm (3 500 m).
25 — J. Rhat, flanc N. du Rhat S.-W. : 100 m² – E. - N.-E. – R. 10 % – I. 30 % – H. 15 cm (3 600 m).
26 — M'Goun, au-dessus des pozzines de la Tessaout : 100 m² – E. - N. – R. 15 % – I. 30 % – H. 15 cm (3 300 m).
27 — J. Ayachi, crêtes culminales : 100 m² – E. - N. – R. 15 % – I. 30 % – H. 15 cm (3 500 m).

Nous avons retenu, pour caractériser ce groupement, neuf espèces ou variétés strictement exclusives. Deux seulement se retrouvent sur l'ensemble du territoire occupé par le Velletum. Ce sont : *Pseudocytisus (Vella) Mairei* et *Minuartia verna* ssp. *Kabylica* var. *brachypetala*. Les autres sont répandues sur un ou plusieurs massifs de la chaîne comme l'indique le tableau XIV.

Il est donc possible de distinguer sur les trois ensembles orographiques : Moyen Atlas oriental, Haut Atlas de la Moulouya et Haut Atlas du m'Goun, trois aspects particuliers de l'association, caractérisés réciproquement par une ou plusieurs espèces. Toutefois nous ne saurions voir là autre chose que de simples faciès à l'intérieur d'une même unité sociologique, chacune des espèces différentielles ne jouant qu'un rôle fort réduit dans le groupement. Toujours rares, peu abondantes et de recouvrement très faible, elles n'ont, lorsqu'on les rencontre, qu'une valeur indicatrice. Elles permettent néanmoins de saisir à l'intérieur même du Velletum Mairei, dont l'uniformité, nous le verrons, traduit avant tout l'identité quasi absolue de facteurs écologiques sur toute l'aire de l'association, une ébauche de ségrégation, conséquence directe de l'isolement géographique de chacune des régions précitées.

C'est sur le Rhat, le m'Goun, l'Azourki et l'Atlas du Haut Ahansal que se développe le faciès floristiquement le mieux individualisé; là en effet, se rencontrent exclusivement. *Carduus atlantis* ssp. *megalatlanticus*, *Caduncellus Catrouxi* et *Centaurea Tachredensis*. *Taraxacum Humberti*, *Centaurea Josiae* et *Campanula Mairei* var. *atlantica* fo. *ramosa* sont hautement caractéristiques du Velletum Mairei à l'est de l'Ahansal et tout spécialement sur le J. Ayachi; ces espèces atteignent cependant la portion orientale du massif du m'Goun.

Parmi les autres caractéristiques communes à l'ensemble du Haut Atlas calcaire, il faut signaler *Vicia glauca* var. *ayachica*, variété mal individualisée

de cette espèce polymorphe, nous lui avons rapporté nos échantillons du Rhat et de l'Aïoui bien qu'ils soient par leurs caractères morphologiques intermédiaires entre le type d'EMBERGER (var. *ayachica* du J. Ayachi) et la var. *rerayensis* du Haut Atlas siliceux. *Pseudocytisus integrifolius* ssp. *anremerica* n'a encore été rencontré que sur le J. Andromeur et la haute vallée de l'Imdrhas.

Enfin, sur les sommets des chaînons mesatlasiques du Bou Naceur et du

| | Andromeur | Rhat | Aeri | M'Goun W. | Azourki | Ahansal | M'Goun E. | Imdrhas | M'Korn | Pt. des Lacs | Ayachi | Bou Naceur | Bou Iblane |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vella Mairei | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Buffonia Murbeckii | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | + | . |
| Minuartia verna var. brachypetala | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Vella integrifolia var. anremerica | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Carduus atlantis ssp. megalatlanticus | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Carduncellus Catrouxi | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Centaurea Tachredensis | . | + | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Centaurea Josiae | . | . | . | . | . | . | + | + | + | + | + | . | . |
| Taraxacum Humbertii | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . |
| Cytisus pulvinatus | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Campanula Mairei var. ramosa | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . |
| Vicia glauca var. ayachica | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | . | . |
| Vicia glauca var. mesatlantica | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + |
| Artemisia Flahaultii | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . |

TABLEAU XIV.

Bou Iblane, le VELLETUM MAIREI existe également sous un aspect spécial. En effet, sur le Bou Naceur en particulier, où cette association est très bien représentée, *Artemisia Flahaultii* et *Vicia glauca* var. *mesatlantica*, permettent de reconnaître là un faciès spécial.

Il est toutefois à noter que sur le Bou Iblane, le VELLETUM est tout à peine reconnaissable, et ceci, en raison de l'altitude relativement peu élevée et de la pluviosité déjà considérable, qu'accuse ce massif. En conséquence, la forêt de Cèdres, ou plus exactement le groupement de garrigue montagnarde qui y correspond (MARRUBIETO-AVENETUM) s'élève presque jusqu'au sommet de la

chaîne; s'il en est à peu près de même sur le flanc nord du Bou Naceur, au contraire, sur le versant oriental de ce massif, qui borde les steppes arides de la Haute Moulouya, la gradation des étages altitudinaux de végétation est très différente. La disparition à peu près complète de l'étage de la cédraie, rend possible, entre les altitudes de 2 700 et 3 300 m, le développement d'un VELLETUM des plus typiques, où il est encore possible de discerner entre 2 700 et 3 000 m, la sous-association TYPICUM, ici dans son faciès à *Artemisia Flahaultii* et *Vicia glauca* var. *mesatlantica*, et, entre 3 000 et 3 300 m, la sous-association ALYSSETOSUM.

Différents autres types de l'association doivent être distingués encore; ils répondent à des aspects altitudinaux; nous en avons individualisé deux : le premier localisé dans la zone inférieure établit le contact entre la garrigue à *Pseudocytisus* et les diverses associations s'intégrant dans l'Alliance ORMENION SCARIOSAE; aussi, est-il normal que les espèces permettant de distinguer cette sous-association (sous-association PTEROCEPHALETOSUM) soient précisément des transgressives de l'ORMENION. Répandue sur tout le pourtour septentrional du Haut Atlas du m'Goun, les espèces suivantes la caractérisent :

*Pterocephalus depressus*
*Polycnemon fontanesii*
*Scutellaria orientalis* var. *demnatensis*
*Ononis antiquorum*
*Thymelaea virgata* ssp. *Broussonetii*
*Asperula hirta.*

Au contraire, entre 3 100 et 3 500 m, il est possible de distinguer surtout par des critères négatifs (appauvrissement considérable de la flore et de la végétation) et aussi par la prédominance d'*Alyssum spinosum* une sous-association à *Alyssum spinosum* préludant à l'installation du groupement culminal à *Viola dyris*. A ces altitudes la plupart des xérophytes épineux (*Alyssum* et *Arenaria pungens* excepté) ont disparu; *Astragalus Ibrahimianus* ne dépasse guère 3 300 m. *Erinacea, Cytisus, Prunus, Pseudocytisus* disparaissent aux environs de 3 200; le cortège des hémicryptophytes lui aussi s'appauvrit peu à peu; seuls persistent encore *Crepis Hookeriana, Carduncellus atractyloides, Lactuca Reversii, Erysimum Bocconei, Catananche coespitosa.*

Un autre aspect caractérisé surtout par l'abondance d'*Erinacea pungens* (sous-association *Erinacetosum*) se rencontre sur les substrats rocheux, entre 2 800 et 3 100 m; dans certaines localités *Cytisus Balansae* arrive à remplacer presque totalement *Erinacea*. Du point de vue floristique, cette sous-association n'est individualisée que par l'abondance de *Erinacea, Jurinea humilis, Arenaria aggregata, Ononis cenisia, Avena montana, Alyssum spinosum* et *Astragalus Ibrahimianus* y font par contre presque totalement défaut.

Ainsi donc, le VELLETUM MAIREI constitue un groupement déjà fort complexe individualisant divers aspects floristiques dont chacun répond à des critères écologiques bien définis. Nous avons schématisé sur le schéma 5 l'évolution et la place réciproque de ces diverses entités sociologiques ainsi que leur position respective vis-à-vis des associations avec lesquelles elles sont en rapport.

Il est aisé de saisir sur ce graphique l'importance de plus en plus importante que prennent sur les Atlas calcaires à partir de 2 500 m les associations d'éboulis mouvants, termes ultimes et irréversibles de la dégradation du sol et de la

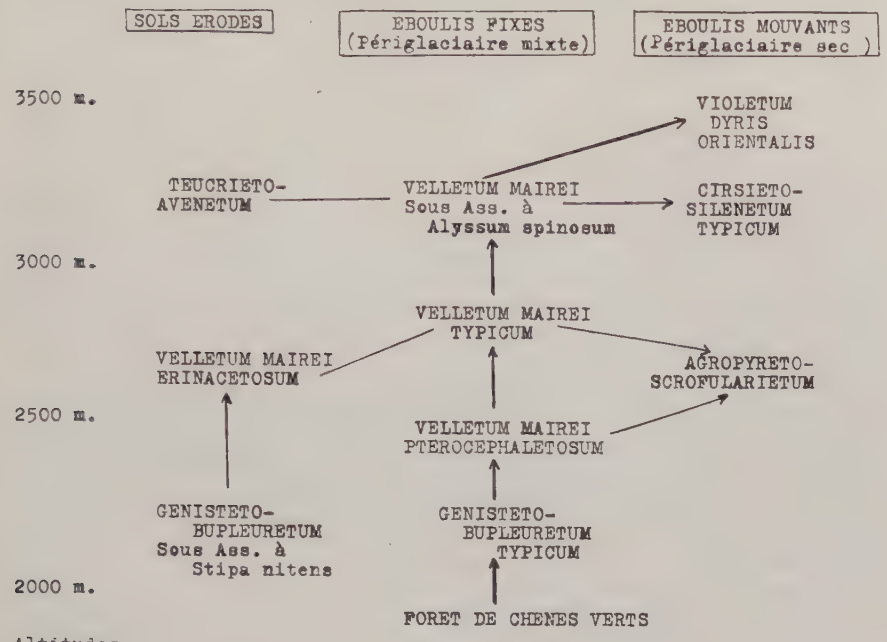



Schéma 5.

végétation (à ce propos cf. *infra*). Si l'on excepte en effet la micro-association à *Teucrium musimonum* et *Avena montana*, au-dessus de 3 200 m, la totalité de la végétation de garrigues altimontaines est représentée par des groupements d'éboulis mouvants.

***Les facteurs édaphiques :***

Le substrat du Velletum Mairei est constitué d'une façon à peu près absolue par des éboulis plus ou moins colmatés répondant du point de vue géomorphologique au périglaciaire actuel; on se trouve donc ici en présence du même aspect du problème que pour l'Arenarieto-Vicietum; mais alors que dans ce dernier groupement il était encore parfois possible de rencontrer des sols relativement complexes avec des horizons relativement riches en matériel humique, ici, sur le Haut Atlas du moins, il n'en est plus de même.

Les analyses de sol faites dans ce groupement offrent toutes les mêmes résultats. Voici à titre d'exemple un profil pédologique en provenance des garrigues à *Vella Mairei* sur le flanc méridional du m'Goun (3 000 m) :

Ao — Uniquement individualisable par des débris végétaux de l'année.

AI — 30 cm d'éboulis périglaciaires plus ou moins colmatés :

| | |
|---|---|
| *p*H | 7,85 |
| humus | 1,8 ‰ |
| granulométrie : Cailloutis | 76 % |
| Sables grossiers | 8 % |
| Sables fins | 6 % |
| Limons | 5 % |
| Argiles | 5 % |

C — Roche mère : Calcaire liasique compact

| | |
|---|---|
| *p*H | 7,5 |

Vis-à-vis des éboulis périglaciaires supportant sur le haut Atlas éruptif l'Arenarieto-Vicietum, ce substrat ne se différencie guère que par un *p*H sensiblement plus élevé; d'autre part, la teneur en humus des sédiments fins est très faible et permet de considérer ces derniers sur le Haut Atlas calcaire comme résultant avant tout d'une accumulation ou mieux d'un colmatage sous l'action des facteurs climatiques.

Sur le Moyen Atlas oriental, et tout spécialement dans la haute vallée du Chegg el Ard où la pluviosité est nettement plus élevée, nous avons rencontré, quoique exceptionnellement, des garrigues à xérophytes en coussinets dans des cuvettes nettement ennoyées d'alluvions grimaldiennes où se différenciait nettement en surface un horizon humifère. Un prélèvement nous a fourni les résultats suivants :

Ao A1 — Horizon humifère épais de 2-3 cm, brunâtre, riche en débris végétaux non décomposés :

| | |
|---|---|
| *p*H | 6,8 |
| humus | 33,8 ‰ |
| débris végétaux | 45,9 % |
| granulométrie : Supérieur à 0,2 mm. | 27,5 |
| Compris entre 0,1 et 0,2 mm. | 12,7 |
| Inférieurs à 0,1 mm. | 12,9 |

B — Éboulis périglaciaires colmatés par des alluvions fines rougeâtres, épais de 80 cm :

| | |
|---|---|
| *p*H | 7,5 |
| humus | 2,5 ‰ |
| débris végétaux | 2,8 % |

C — Roche mère constituée par des dolomies liasiques compactes.

De toutes les associations répandues sur les hauts sommets des montagnes marocaines, c'est certainement le Velletum Mairei dans les divers aspects envisagés ci-dessus, qui occupe la surface la plus étendue. Se retrouvant avec une composition floristique à peu près identique depuis le Tizi n'Tichka jusqu'au sommet du Bou Iblane. C'est ce groupement qui confère aux Atlas calcaires cette impression de monotonie et de morne uniformité qui saisit le voyageur lorsqu'il atteint 2 500 m d'altitude.

Toutefois, le Velletum Mairei constitue une entité sociologique hautement significative : endémique des régions qu'il colonise, ce groupement à peu près exclusivement constitué d'espèces appartenant à des lignées mésogéennes et plus spécialement oro-mésogéennes, concrétise en effet en lui seul les notions

de vicariances existant entre les formations végétales homologues des hautes montagnes méditerranéennes, ibéro-mauritaniennes.

En effet, si le VELLETUM MAIREI présente d'importants traits communs avec le groupement à *Arenaria pungens* et *Vicia glauca* var. *rerayensis*, qui occupe l'étage des xérophytes épineux en coussinets sur le Haut Atlas siliceux, il est encore plus facile de le rapprocher de l'association à *Astragalus Boissieri* et *Festuca hystrix* que nous avons décrite des hauts sommets calcaires de la Sierra Nevada.

L'aspect des deux groupements est absolument analogue : prédominance absolue du type éthologique, chaméphytes épineux en coussinets, rareté des Hémicryptophytes qui se localisent surtout sous l'abri protecteur de ces buissons. Cette vicariance physionomique est beaucoup plus étroite d'ailleurs entre les groupements calcicoles atlasique et névadéen qu'entre les garrigues en coussinets colonisant respectivement le Haut Atlas calcaire et le Haut Atlas siliceux où les hémicryptophytes jouent un rôle beaucoup plus important.

Cette vicariance physionomique traduit très certainement entre les deux groupements atlasique et névadéen une analogie quasi absolue des facteurs écologiques. S'il ne nous a pas été donné de l'établir, l'analyse floristique de ces associations apporte à cette hypothèse un argument de plus. En effet, sur les 78 espèces constituant le VELLETUM MAIREI, plus de 40 se retrouvent dans l'ASTRAGALETO-FESTUCETUM névadéen; il serait fastidieux d'en donner la liste, disons toutefois qu'il s'agit surtout des espèces qui ont été choisies pour caractériser l'Ordre des ERINACETALIA à la Classe des ONONIDO-ROSMARINETEA ou de compagnes. Toutefois, certains faits méritent encore d'être signalés. C'est tout d'abord l'existence à l'intérieur de ces deux groupements de couples systématiques vicariants soulignant à la fois leurs homologies et leurs dissemblances. Le plus démonstratif est celui des deux espèces du genre *Pseudocytisus* : *Pseudocytisus Mairei* spécial aux sommets calcaires des Atlas marocains et *Pseudocytisus spinosus* endémique des montagnes méditerranéennes calcaires du Sud-Est espagnol. Ces deux espèces morphologiquement et systématiquement très proches jouent un rôle analogue dans les deux associations :

Parmi les autres couples systématiques, il faut signaler :

*Astragalus nevadensis* et *Astragalus Ibrahimianus*
*Marrubium sericeum* et *Marrubium multibracteatum*
*Crepis oporinoides* et *Crepis Hookeriana*.

Cette vicariance floristique se traduit encore par une vicariance phytosociologique plus précise encore entre ces deux associations. En effet, tant du point de vue systématique que phytodynamique, VELLETUM MAIREI et ASTRAGALETO FESTUCETUM jouent respectivement sur les Atlas et sur la Sierra Nevada calcaires un rôle absolument symétrique. Ces deux associations représentent en effet sur substrat calcaire le climax imposé par les facteurs climatiques généraux, à la végétation dans tout l'étage altimontain atlasique et névadéen; elles s'inscrivent toutes deux dans l'Ordre des ERINACETALIA et respectivement dans les alliances XERO-ACANTHION pour l'association espagnole et ARENARION PUNGENTIS pour l'association marocaine. Toutefois quelques divergences

entre ces deux groupements méritent d'être signalées : le VELLETUM MAIREI occupe une aire de répartition beaucoup plus vaste que l'ASTRAGALETO-FESTUCETUM qui, du moins dans l'aspect que nous avons étudié ne sort pas de la Sierra Nevada. Sur les sierras voisines cependant existent diverses formations très affines. La Sierra Tejeda en particulier (cf. Luis Caballos y Carlos Vicioso et Modesto Laza Palacios) héberge un ASTRAGALETO-FESTUCETUM à peu près typique.

Un fait important à signaler est également l'apparition dans le XERO-ACANTHION de cette région, de diverses espèces absentes de l'Afrique du Nord, mais dont l'aire de répartition atteint vers le Nord la région méditerranéenne française. Tel est le cas surtout de *Genista Lobeli* dont nous aurons l'occasion de reparler plus loin. Tel est encore le cas de *Armeria filicaulis*, espèce très voisine de *Armeria juncea* des Causses.

Cette constatation apparaît avec plus de netteté encore dans d'autres massifs du Sud espagnol. L'exemple de la Sierra de Magina (cf. Cuatrecasas 1929) est de ce point de vue également évocateur. Si, en effet, encore 7 espèces susceptibles de caractériser l'ordre des ERINACETALIA se rencontrent encore dans son XERO-ACANTHION, par contre de nombreuses espèces particulières aux landes à xérophytes épineux de la cordillère Bétique n'apparaissent plus. Mais diverses plantes à affinités plus septentrionales s'y rencontrent en nombre pour la première fois : *Teucrium aureum, Lavandula latifolia, Helianthemum apenninum, Thymus vulgaris* en particulier.

Sur la Sierra de Aïtana (nord d'Alicante) existe encore un groupement s'intégrant dans le XERO-ACANTHION (cf. Matinez Martinez) avec *Pseudocytisus, Alyssum, Erinacea, Genista Lobeli ;* mais son cortège floristique est encore plus appauvri.

Enfin, sur la Sierra de Jalvalambre et les massifs voisins (cf. Rivas Goday 1945) entre Valence et Teruel, parait exister le XERO-ACANTHION côtier le plus septentrional que nous ayons trouvé mentionné dans la littérature espagnole. Là se rencontrent encore : *Erodium cheilanthifolium* ssp. *Celtibericum, Potentilla cinerea.* Toutefois, dans ce groupement s'insinue un assez fort pourcentage d'espèces beaucoup plus fréquentes plus au nord : *Gregoria vitaliana, Globularia cordifolia,* en particulier.

Bien que l'Alliance XERO-ACANTHION existe probablement encore à l'intérieur sur les montagnes de l'Aragon, où *Genista horrida* et diverses autres espèces lui confèrent un aspect particulier, sur les chaînes côtières par contre, sans doute en raison de leur trop grande humidité, elle ne se rencontre plus. Dans les montagnes Tarragonaises (cf. Braun Blanquet et de Bolos) les pelouses culminales sont occupées par l'association à *Erinacea pungens* et *Anthyllis montana,* que leurs auteurs rapportent à l'Alliance APHYLLANTHION. La seule espèce caractéristique de l'Ordre des ERINACETALIA que l'on note encore est précisément *Erinacea.*

Ainsi donc, en tant qu'unité sociologique, l'Ordre des ERINACETALIA paraît ne pas franchir les Pyrénées. Toutefois diverses espèces lui appartenant se retrouvent, soit isolément, soit rassemblées en petits groupes dans diverses associations localisées sur les montagnes du midi de la France. Ce sont :

*Minuartia Funkii, Alyssum spinosum, Erinacea pungens, Cytisus Balansae (Genista purgans), Juniperus thurifera, Aethionema ovalifolium, Jurinea*

*humilis, Ononis cenisia,* auxquelles il faut adjoindre quelques préférentielles du Xero-Acanthion : *Genista Lobeli, Ononis aragonensis, Genista horrida, Alsine liniflora, Potentilla cinerea, Astragalus nevadensis.* Il est intéressant de chercher à préciser la valeur sociologique de ces espèces dans la région méditerranéenne française.

Dans le midi de la France les formations de pelouses ou de landes paraissent du point de vue stationnel et écologique vicariantes du Xero-Acanthion espagnol, appartiennent à l'Ordre des Ononidetalia Striatae.

La localisation géographique de cette unité bien qu'encore assez mal connue paraît englober au moins certaines zones des versants méridional et oriental des Pyrénées, les Corbières, les Causses, les Alpes provençales et maritimes; elle existe également sur le revers méridional des Alpes suisses et italiennes, mais semble manquer dans les Apennins.

Les associations s'intégrant dans cet ordre sont toutes calcicoles alors que pour les Erinacetalia, la nature du substrat est indifférente. Ces faits rendent compte, en réalité de la prédominance absolue des facteurs climatiques sur les facteurs édaphiques dans les régions de montagne méditerranéenne à climat extrême (Afrique du Nord en particulier).

Du point de vue floristique, ces groupements présentent une différence essentielle avec leurs homologues africains ou espagnols; il s'agit de l'apparition d'un lourd contingent d'espèces sud-européenne ayant tendance à modifier profondément la physionomie du tapis végétal. La structure géographique de l'Espagne, avec sa succession de barrières montagneuses parallèles explique sans doute la diminution très rapide du pourcentage de ces espèces dans la péninsule Ibérique; par contre, la structure même de la péninsule Italique a au contraire, facilité leur extension jusque dans l'extrême sud du pays.

Nous avons déjà signalé l'existence dans le midi de la France de diverses espèces hautement caractéristiques de la zone de montagnes méditerranéennes en Afrique du Nord ou en Espagne. Mais alors que dans ces régions, elles ne sortent pas des groupements à xérophytes en coussinets, leur valeur sociologique en France mérite d'être discutée : *Genista Lobelii, Alsine liniflora, Jurinea humilis, Potentilla cinerea, Arenaria aggregata* se retrouvent côte à côte dans l'association à *Genista Lobelii* de la Provence occidentale (Molinier 1934) *Ononis cenisia* s'y adjoint plus à l'est. Ces derniers vestiges de l'Ordre des Erinacetalia jouent le rôle de transgressives dans l'Alliance Ononidion Striatae. En effet, ces espèces et quelques autres existant également dans le Xero-Acanthion espagnol ne sauraient caractériser une alliance spéciale au midi de la France (Genistion Lobelii) faisant d'ailleurs, comme nous avons eu l'occasion de le montrer (Granel de Solignac et Quézel 1951) double emploi avec l'Alliance Ononidion Striatae. Le Genistetum Lobelii peut donc être physionomiquement et floristiquement considéré comme un aspect très appauvri du Xero-Acanthion espagnol. Des cas analogues existent d'ailleurs en Afrique du Nord, sur les sommets de l'Atlas de Blida en particulier où les derniers vestiges de l'Ordre des Erinacetalia *(Bupleurum spinosum, Eryssimum Bocconei)* arrivent à dominer dans une association ne s'intégrant plus dans cet ordre.

Sur les Causses le Genistetum Lobelii n'existe pas, il est remplacé par divers groupements individualisant nettement un étage de montagne méditer-

ranéen dans lequel se retrouvent encore quelques espèces appartenant à l'Ordre des ERINACETALIA et faisant figure de transgressives : *Alsine liniflora, Arenaria aggregata, Jurinea humilis* sont les plus fréquentes.

Dans la série qui nous intéresse ici, le groupement le plus remarquable est sans conteste l'association à *Bupleurum ranunculoides* ssp. *telonense* var. *cebennense* et *Plantago argentea* (cf. GRANEL DE SOLIGNAC et QUÉZEL 1951). Elle se localise sur les crêtes calcaires des sommets du sud des Causses, au-dessus de 700 m. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, ce groupement constitue le vicariant tant floristique qu'écologique du *Genistetum Lobelii* provençal.

Un autre groupement méditerraneo-montagnard est représenté par l'association à *Alsine liniflora* et *Arenaria hispida*. Il est localisé sur les sols dolomitiques errodés dans la zone méridionale des Causses. Sa sous-association à *Armeria juncea* occupe dans la même région les arènes dolomitiques. Les espèces que nous avons retenues comme caractéristiques sont les suivantes : *Arenaria hispida, Arenaria aggregata, Alsine liniflora, Iberis saxatilis, Linaria supina*. Il faut sans doute leur adjoindre *Alsine Funkii* qui possède sur la Causse de Blandas sa seule station française. D'autres espèces typiquement méditerraneo-montagnardes se retrouvent dans ce groupement, contentons-nous de citer : *Saponaria bellidifolia, Ononis fruticosa, Alyssym serpyllifolium*.

Dans les régions centrales et septentrionales des Causses, l'Alliance ONONIDION STRIATAE est représentée par divers autres groupements appartenant encore à la zone de montagne méditerranéenne, mais chez qui ont disparu les derniers vestiges des ERINACETALIA; d'ailleurs, plus on remonte vers le nord, plus ces derniers se cantonnent dans les stations sèches à sol dégradé ou absent. C'est ainsi que *Alyssum spinosum* qui atteint vers le nord la vallée du Tarn doit être considérée dans cette région comme un rupicole exclusif.

Ainsi la connaissance progressive des unités phytosociologiques caractéristiques des montagnes du pourtour méditerranéen occidental, montrera de plus en plus le parallélisme saisissant existant dans la constitution des groupements végétaux qui les colonisent.

Le couple ERINACETALIA-ONONIDETALIA dont nous venons d'établir les affinités permet de rapporter d'une façon indiscutable plusieurs groupements végétaux du midi de la France à un étage de montagne méditerranéenne; les différences de latitude rendent compte des exigences altitudinales respectives de ces deux unités : ERINACETALIA à 1 800-4 100 m dans le Grand Atlas; 1 600-3 000 dans la Sierra Nevada; ONONIDETALIA : 750-1 300 dans le midi de la France.

### b) Association à ***Teucrium musimonum*** et ***Avena montana.***

Ce groupement floristiquement assez mal individualisé que nous avons décrit précédemment corrrespond en partie à l'association à *Alyssum spinosum* et *Teucrium musimonum* que HUMBERT a décrite du J. Ayachi (un relevé effectué à 3 300 m). Toutefois dans son relevé figurent plusieurs espèces appartenant indiscutablement à l'Alliance PLATYCAPNION-SAXICOLAE. Cette association entre d'ailleurs en rapports étroits avec les groupements des crêtes

culminales qui s'intègrent dans cette unité supérieure. Elle occupe en effet des stations très caractéristiques à des altitudes oscillant entre 3 100 et 3 450 m; elle prospère sur les sols rocheux compacts ou érodés d'inclinaison assez faible, elle fait défaut sur les éboulis mouvants où elle est remplacée par la sous-association à *Alyssum spinosum* du VELLETUM MAIREI; elle affectionne surtout les expositions nord et ouest et ne manque jamais sur les encorbellements des falaises à SAXIFRAGEUM GAUSSENI.

Possédant une composition floristique analogue sur tout le Haut Atlas calcaire, nous en possédons 7 relevés. Ils ont été effectués dans les localités suivantes (cf. QUEZEL 1952) :

1 — J. Ayachi, flanc N.-E. – R. 30 % – I. 18 % (3 400 m).
2 — J. Ayachi, flanc N. – R. 30 % – I. 20 % (3 300 m).
3 — J. Ayachi, flanc S.-W. – R. 30 % – I. 25 % (3 450 m).
4 — J. Rhat, Tizi n'Aït Malhlal : R. 35 % – I. 15 % (3 100 m).
5 — J. Rhat, Tizi n'Ferdi : R. 60 % – I. 10 % (3 150 m).
6 — J. Rhat, Tizi n'Ferdi : R. 60 % – I. 15 % (3 200 m).
7 — J. Rhat, Plateau des dolines : R. 50 % – I. 5 % (3 000 m).

Nous avons retenu trois espèces pour caractériser ce groupement : *Teucrium musimonum*, curieuse espèce appartenant à un rameau ibéro-mauritanien de ce genre essentiellement méditerranéen.

*Odontites Rameauana* n'est pas rare dans le groupement sur le massif du Rhat; il fleurit vers le début du mois de juillet et passe ensuite facilement inaperçu.

*Avena montana* enfin présente là son optimum de développement sur Haut Atlas.

Malgré les exigences altitudinales qui le situent à la limite supérieure extrême de l'étage des garrigues à xérophytes épineux, ce groupement possède un cortège floristique encore assez riche, le recouvrement moyen par contre est assez faible : 20-30 %, mais les chaméphytes dominent encore du point de vue numérique et physionomistique.

Bien que présentant d'étroites affinités floristiques et stationnelles avec le VELLETUM MAIREI, le groupement à *Teucrium musimonum* et *Avena montana* ne saurait être regardé comme un simple aspect de l'association précédente. En effet, trois espèces dont deux très abondantes permettent de l'individualiser sur le plan purement floristique et par ailleurs il répond, nous l'avons vu, à des conditions stationelles bien définies.

Il faut rapprocher du groupement à *Teucrium musimonum* var. *genuinum* et *Avena montana*, mégalatlasique, une micro-association localisée sur les replats rocheux, au pied des hautes falaises calcaires culminales du J. Bou Naceur. Caractérisée par les espèces suivantes :

*Teucrium musimonum* var. *mesatlanticum*
*Odontites pseudo-granatensis*
*Andryala Aghardii*

elle représente la vicariante mésatlasique très exacte du TEUCRIETO-AVENETUM.

Très remarquable du point de vue floristique, le TEUCRIETO-ANDRYALETUM, groupe dans son cortège floristique, quelques-unes des espèces les plus rares de la flore mésatlasique. Tel est le cas de *Andryala Agardii* de *Androsace villosa*, et du remarquable *Odontites pseudo-granatensis* systématiquement affine de *Odontites Rameauana*. Les exigences stationnelles et écologiques de ce groupement, sont entièrement superposables à celles qu'accuse le TEUCRIETO-AVENETUM.

Nous possédons 5 relevés, tous effectués sur les sommets du J. Bou Naceur, au-dessus de 3 000 m d'altitude.

La composition floristique de l'association est la suivante :

— Caractéristiques de l'association :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Teucrium musimonum* var. *mesatlanticum*. | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| *Andryala Aghardii* . . . . . | 1 | . | 1 | + | 1 |
| *Odontites pseudo-granatensis* . . . . . | 1 | 1 | 1 | 1 | + |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Arenaria pungens*. . . . . | . | 1 | . | + | . |
| *Crepis Hoockeriana*. . . . . | + | 1 | . | . | . |
| *Arenaria aggregata* . . . . . | . | 1 | 1 | . | + |
| *Jurinea humilis*. . . . . | . | . | 1 | + | + |
| *Alyssum spinosum*. . . . . | 1 | . | + | + | . |
| *Veronica rosea* . . . . . | . | + | . | . | . |
| *Ononis cenisia* . . . . . | . | . | 1 | . | + |
| *Avena bromoides* . . . . . | 1 | . | . | . | . |
| *Erinacea pungens*. . . . . | . | . | . | . | + |

— Compagnes :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Draba hispanica*. . . . . | + | + | . | 1 | + |
| *Seseli nanum* . . . . . | . | . | 1 | . | + |
| *Androsace villosa* var. *subexcapa*. . . . . | 1 | . | . | . | |
| *Festuca Yvesii* . . . . . | . | . | . | + | + |
| *Anacyclus atlanticus* var. *vestitus* . . . . | . | 1 | . | . | 1 |

c) Association à ***Agropyrum festucoides*** var. ***pseudo-festucoides*** et ***Scrofularia ramosissima*** var. ***macrorrhyncha*** *(Tableau 15)*.

Les éboulis calcaires dans les massifs de l'Andromer du Rhat, et dans tout l'Atlas de la Zaouia Ahansal sont colonisés dans des conditions bien particulières par un groupement endémique à peu près exclusivement constitué d'hémicryptophytes vivaces : grandes graminées à souche puissante, coriaces et de haute valeur stabilisatrice. Ce groupement présente un haut intérêt à un double point de vue. Il colonise des éboulis mouvants qu'il contribue à fixer, et d'autre part, il représente pour les troupeaux un pâturage très appréciable.

Malheureusement, il s'agit là d'un ensemble végétal peu répandu et qui paraît d'ailleurs traduire un micro-climat très spécial et assez rare sur l'ensemble du Haut Atlas.

| Numéros des relevés : | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | II | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Caractéristiques de l'association : | A | | | | | | | B | | | | | C | | | | | | |
| Scrofularia ramosissima ssp. macrorrhyncha | 2 | + | . | I | I | I | I | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | + | + | + | I | I | . | . |
| Festuca Mairei | . | I | I | I | + | I | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | + | + | . | I | I | . | . |
| Agropyrum festucoides var. pseudo-festucoides | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | I | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Avena filifolia ssp. Lagascae | I | I | I | . | 2 | 2 | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Cephalaria marocana | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Agropyrum festucoides var. typicum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 2 | I | 2 | 2 | + | . |
| Artemisia atlantica | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | I | I | I | I | 4 | 5 |
| Marrubium atlanticum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | I | + | . | . |
| Caractéristiques des unités supérieures: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arenaria pungens | . | . | + | . | . | + | I | I | . | + | I | I | . | . | . | . | . | . | . |
| Lactuca Reversii | + | + | . | . | + | I | . | . | + | . | I | . | + | . | . | + | . | . | . |
| Astragalus Ibrahimianus | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Festuca atlantica var. oxyphylla | . | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Cytisus Balansae | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | + | + | I | + | . | . | . |
| Alyssum spinosum | . | I | I | I | I | . | 2 | I | . | I | I | I | . | I | I | . | . | . | . |
| Erysimum Bocconei | + | I | . | . | . | + | . | + | . | . | + | . | + | . | + | + | . | . | . |
| Marrubium multibracteatum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Cerastium Boissieri | . | + | . | + | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Veronica rosea | . | + | + | . | I | . | I | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Helianthemum croceum | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Jurinea humilis | . | . | . | I | . | . | + | . | + | . | . | . | + | I | + | . | . | + | + |
| Avena bromoides | I | I | . | I | + | + | . | . | + | . | . | . | I | I | + | + | + | + | . |
| Arenaria aggregata | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Euphorbia nicaeensis | . | . | I | . | . | + | + | . | . | + | I | I | + | + | . | . | . | + | . |
| Coronilla minima | + | . | I | . | . | + | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Compagnes principales: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trisetaria flavescens | I | I | . | I | + | + | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Dactylis glomerata | I | . | I | + | I | + | . | . | . | I | . | + | . | + | I | I | . | . | . |
| Melica Cupani | . | . | + | + | . | I | . | . | . | . | . | . | + | I | + | . | + | . | . |
| Festuca hystrix | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Pimpinella tragium | I | . | I | + | + | + | I | I | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . |
| Rumex scutatus | . | . | I | . | . | + | + | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Nepata stachyoides | . | . | . | . | I | I | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Galium corrudaefolium | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

A: Sous-association type – B: Sous-ass. à Festuca Mairei – C: Sous-ass. à Agropyron festucoides var. typicum.

Tableau XV.

Nous avons pu toutefois en rassembler 12 relevés. Ils proviennent des localités suivantes :

1–4 — Zaouia Ahansal en divers points de l'Akka n'Tazzert: R. 30-40 % – I. 20-30 % (2 400-2 800 m).

5 — M'Goun, gorges inférieures de l'acif Isladem : R. 40 % – I. 15 % – E. - N. (2 650 m).

6 — M'Goun, sortie des gorges sup. de la Tessaout: R. 55 % – I. 25 % – E. - S.-W. (2 400 m).

7 — Ayachi, sortie des gorges de l'Akka n'Ijimi : R. 30 % – I. 30 % – E.-N. (2 200 m).

8–9 — En divers points du plateau du Rhat : R. 30 % – I. 20 % – E. - S.-W. (3 000-3 050 m).

10 — J. Aioui, versant N : R. 30 % – I. 30 % – E. - N.-W. (3 000 m).

11 — Rebord E du Rhat au-dessus du Ksar : R. 30 % – I. 25 % – R.-E. (2 600 m).

12 — Demnat, éboulis du flanc B du J. Iskt : R. 30 % – I. 30 % – E. - N. (2 150 m).

Nous avons retenu cinq espèces pour caractériser ce groupement :

*Agropyrum festucoides* var. *pseudo festucoïdes* endémique du Haut Atlas calcaire est une exclusive de l'association ainsi d'ailleurs que *Scrofularia ramosissima* var. *macrorrhyncha*. *Avena filifolia* ssp. *Lagascae* présente là dans le Haut Atlas, son optimum de développement. Enfin nous avons rangé également parmi les caractéristiques *Festuca Mairei* qui développe là une race écologique spéciale, et *Cephalaria marocana*.

Le groupement à *Agropyrum festucoides* et *Scrofularia macrorrhyncha* existe sous divers aspects bien particuliers.

Dans le massif du Rhat il colonise exclusivement les lits d'oueds sur tout le plateau et les éboulis mouvants sur le flanc nord et est du massif. Dans cette région, le cortège floristique est mal représenté; parmi les espèces caractéristiques, seules existent *Festuca Mairei* et *Scrofularia*. Il s'individualise de la sorte une sous-association spéciale au massif du Rhat (sous-association à *Festuca Mairei* = Scrofularietum Ramosissimae Macrorrhynchae Nobis 1952) qui s'oppose à la sous-association Typicum bien représentée dans tout l'Atlas de la Zaouia Ahansal. Cette dernière occupe un type de station très caractéristique : les éboulis mouvants à forte pente situés au pied des falaises calcaires vertigineuses colonisées par le Saxifragetum Gausseni Ahansalicum. Elle présente donc de très étroits rapports stationels avec le Buxeto-Juniperetum. L'évolution normale de cette sous-association est d'ailleurs en exposition nord, sa colonisation par *Buxus sempervirens* préludant à l'installation du Buxeto-Juniperetum; par contre, en exposition sud, l'évolution se fait au contraire en général vers la lande à *Genista myriantha*.

L'Agropyreto-Scrofularietum traduit donc un micro-climat beaucoup plus humide que celui de l'ensemble des landes à xérophytes épineux atlasiques. Comme le montrent les affinités stationnelles qu'il présente avec le Buxeto-Juniperetum, il doit être rapporté à une variante humide de l'étage de montagne méditerranéenne. Il est sous la dépendance étroite des facteurs micro-climatiques locaux (humidité importante du substrat entretenue par la proximité des masses calcaires fissurées jouant jusqu'au cœur de l'été le rôle de château d'eau. Plusieurs faits plaident d'ailleurs encore en faveur de cet e thèse. Dans le massif du Rhat où ne se rencontre d'ailleurs que la sous-association à *Festuca Mairei*, celle-ci est localisée surtout, nous l'avons dit, dans les lits caillouteux d'oueds secs pendant l'été, mais où persiste en profondeur une humidité notable. D'ailleurs, çà et là dans les individus d'association apparaissent dans les portions colmatées des bas-fonds de petites pelouses à *Festuca hystrix* et *Trifolium humile*. D'autre part, de toutes les associations appartenant à l'Alliance Arenarion-Pungentis, le groupement à *Agropyron* et *Scrofularia* est de beaucoup le moins alticole : 2 300-2 600 pour la sous-association *Typicum*, 2 700-3 200 pour la sous-association à *Festuca Mairei*. Ce décalage altitudinal est bien en accord avec une humidité plus grande du micro-climat, d'ailleurs les stades évolutifs ultérieurs du groupement (dans sa sous-association *typicum* du moins) appartiennent indiscutablement à l'Alliance Ormenion-Scariosae.

Sur le versant saharien du Haut Atlas toutefois, il existe un aspect particulier de cette association qui semble traduire un milieu beaucoup plus aride. Cette sous-association spéciale est caractérisée sur le plan floristique par les espèces et variétés suivantes :

*Agropyron festucoides* var. *typicum*
*Artemisia atlantica*
*Marrubium atlanticum.*

Elle se rencontre un peu partout sur le revers méridional mégalatlasique : J. Andromeur, m'Goun, Haut Imdrhas; elle est cependant particulièrement abondante sur l'Adrar m'Korn où elle occupe à elle seule, la quasi-totalité du massif entre les altitudes de 2 200 et 3 000 m. C'est ce groupement qui constitue les pâturages de montagne si appréciés de ce massif.

Si les pentes rocailleuses de ces massifs sont occupées par le faciès type de cette sous-association, le thalweg des vallées colmatées par des alluvions grimaldiennes, sont au contraire colonisées par des peuplements presque purs d'*Armoise* qui, dans cette portion particulièrement aride du Haut Atlas peuvent être considérées comme les homologues des pozzines sèches à *Festuca hystrix* (relevés 18 et 19).

Le relevé nº 13 provient du m'Goun versant sud, au-dessus d'Ameskeur el Fougani; les relevés 14 à 17 ont été effectués en divers points du massif du m'Korn.

***

Nous avons signalé plus haut tout l'intérêt que présente du point de vue pastoral le groupement étudié ici. Certains individus d'association constituent même en réalité de véritables pâturages à graminées vivaces où se rencontrent en plus des espèces caractéristiques : *Avena bromoides, Trisetaria velutina, Poa bulbosa, Dactylis glomerata, Melica* div. Ce sont là les seuls pâturages xérophiles dignes de ce nom que nous ayons rencontrés sur le Haut Atlas. De plus, fait remarquable, ils ne réclament pour se développer que des éboulis à peine colmatés. Leur extension serait un précieux apport pour les populations indigènes dont les troupeaux doivent bien souvent se contenter pour pâturer de garrigues à xérophytes épineux. Bien que l'Agropyreto-Scrofularietum réclame pour se développer un micro-climat nettement plus humide que les garrigues à xérophytes en coussinets, plusieurs des graminées vivaces qui le constituent, et en premier chef les races xérophiles de *Festuca Mairei* et d'*Agropyron* devront être retenues le jour où sera envisagée l'amélioration des pâturages de montagne sur le Haut Atlas calcaire.

Bien qu'endémique du Haut Atlas calcaire, l'étude du groupement à *Agropyron festucoides* et *Scrofularia ramosissima* var. *macrorrhyncha* impose son rapprochement avec les pelouses xérophiles à Fetuques vivaces des hautes

montagnes européennes. *Festuca Mairei* appartient d'ailleurs à la même lignée que les *Festuca eskia* pyrénéens et *Festuca pseudo-Eskia* névadéens. Nous avons décrit sur la Sierra Nevada une association caractérisée par *Festuca pseudo-Eskia* et *Festuca spadicea* var. *baetica* qui colonise les éboulis schisteux culminaux du massif. Ce groupement peut être regardé comme le vicariant physionomique de l'association étudiée ici.

### 3° ALLIANCE PLATYCAPNION SAXICOLAE.

A partir de 3 500 m, disparaît sur le Haut Atlas la végétation de xérophytes épineux en coussinets. D'immenses dômes caillouteux, plus rarement des reliefs plus hardis où la roche se cache sous des amoncellements d'éboulis mouvants, caractérisent ces hauts sommets d'où, à première vue, toute végétation paraît exclue.

Toutefois, un examen attentif permet de reconnaître là un petit nombre d'espèces, hautement spécialisées, toutes, ou à d'infimes exceptions près, appartenant à des lignées oro-méditerranéennes. C'est pour cette végétation que nous avons été amenés à définir l'Alliance PLATYCAPNION SAXICOLAE s'intégrant encore dans l'Ordre des ERINACETALIA.

L. EMBERGER le premier a déterminé les caractères physionomiques de cette végétation essentiellement caractérisée par des hémicryptophytes à appareil végétatif rampant s'insinuant entre les cailloutis et abritant leurs surcules rossuliformes dans d'étroits interstices.

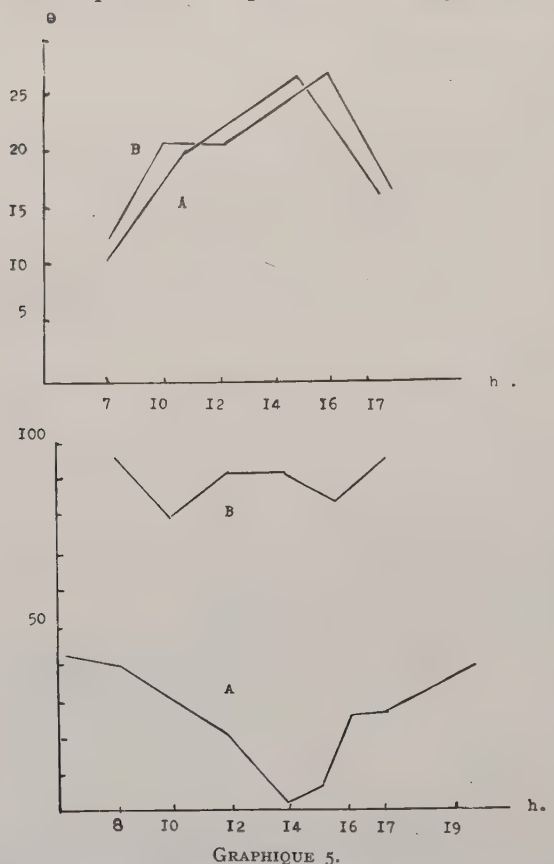
Les xérophytes en coussinets les plus alticoles (*Alyssum spinosum* et *Arenaria pungens*) ne dépassent pas 3 700 m sur le Haut Atlas calcaire. Toutefois, un groupement appartenant encore à l'Alliance PLATYCAPNION descend beaucoup plus bas dans les éboulis calcaires du Rhat, de l'Ayachi, du m'Goun, du Bou Iblane et du Bou Naceur. C'est l'association à *Cirsium dyris* et *Silene ayachica* occupant entre 2 500 et 3 800 m, les pentes caillouteuses en général exposées au nord et tout spécialement celles qui s'abritent sous de hautes falaises (versant nord du Tizi n'Aït Mallal, sur le Rhat par exemple).

Un des caractères les plus remarquables de cette végétation est, comme l'a montré EMBERGER, l'absence de lignées orophiles européennes. Comme l'a écrit cet auteur « il n'y a pas de flore plus typiquement marocaine que celle de ces sommets ». On ne trouve là en effet, que quelques espèces, presque toutes étroitement endémiques, appartenant à des genres ou des sections typiquement méditerranéennes ou oro-méditerranéennes (*Matthiola, Leuzea, Platycapnos, Iberis, Raffenaldia, Anacyclus*). Si ces faits paraissent, à première vue inexplicables, il est toutefois possible de trouver dans l'étude, même sommaire, du micro-climat de ces stations, diverses raisons fournissant une solution, sinon certaine, du moins acceptable.

En effet, il a été dit à propos du groupement à *Arenaria pungens* et *Vicia rerayensis* que les températures du sol au cours de la journée dans l'association à *Viola dyris* passent par des maxima encore relativement élevées : (26° — moyenne de 10 jours pendant les mois de juin et de juillet 1952) et surtout, que le taux d'humidité relative de l'air s'abaisse considérablement sur le Haut Atlas avec l'altitude. Dans le groupement à *Arenaria pungens* et *Vicia rerayensis*, le chiffre minima (18 % vers 15 heures) est encore plus élevé que dans le VIOLETUM DYRIS où sur trois mesures, il n'a jamais dépassé 12 %. Nous n'avons pas pu effectuer de mesures nocturnes de l'humidité de l'air, mais il est infiniment probable que les chiffres obtenus auraient encore été très faibles.

Cet appauvrissement de l'humidité relative de l'air à ces altitudes, s'accompagne également d'un abaissement très net de la teneur en eau du sol qui est, rappelons-le, uniquement constitué d'éboulis assez fins plaqués directement sur la roche mère.

Ces deux facteurs permettent à eux seuls d'expliquer la pauvreté en orophytes européens du sommet des Atlas marocains. En effet, si l'on prend comme point de comparaison un des groupements alpiens présentant le plus d'homologies, tant écologique que floristique avec les associations culminales du Haut Atlas, à savoir l'association à *Berardia lanuginosa* et *Brassica repanda* décrit par M. GUINOCHET sur les hauts sommets calcaires des Alpes maritimes françaises, la mise en parallèle des chiffres représentant les variations nycthémérales des températures et de l'humidité relative est instructive.




GRAPHIQUE 5.

Variations journalières de la température (en haut) et de l'humidité relative de l'air (en bas), dans l'ass. à *Berardia* (A) et à *Viola dyris* du Toubkal (B); moyenne des valeurs relevées en juillet et en août.

Si les températures au sol malgré les différences d'altitudes (2 300 contre 3 800 en moyenne) sont sensiblement analogues, les valeurs de l'humidité relative à la surface du sol montrent des différences extrêmement importantes. Ainsi peut s'expliquer l'absence sur les éboulis culminaux des montagnes de l'Afrique du Nord et de la Sierra Nevada d'un contingent d'orophytes européens dans les stations reflétant le climat général de ces régions.

En effet, sur le Haut Atlas par exemple, dans les associations appartenant à l'Alliance PLATYCAPNION, le spectre géographique montre la prédominance absolue de l'élément méditerranéen :

| | |
|---|---|
| CIRSIETO-SILENETUM. . . . . | 100 % |
| VIOLETUM DYRIS . . . . . | 100 % |

Sur la Sierra Nevada, dans les associations vicariantes, ce chiffre est encore fort élevé :

SENECIETO-DIGITALIDETUM. . . . . 92 %
VIOLETUM NEVADENSE. . . . . 85 %

***

L'Alliance PLATYCAPNION SAXICOLAE est répandue sur les hauts sommets siliceux ou calcaires du Haut Atlas et du Moyen Atlas.

Nous avons retenu les espèces ci-dessous pour la caractériser :

*Platycapnos saxicola*
*Cirsium dyris*
*Iberis sempervirens* var. *pseudo-saxatilis.*

Il est possible d'y reconnaître les associations suivantes :

— Sur le Haut Atlas siliceux :
  — l'association à *Viola dyris* et *Linaria lurida* (VIOLETO-LINARIETUM) ;

— Sur le Haut Atlas calcaire :
  — l'association à *Viola dyris* var. *calcarea* (VIOLETUM DYRIS ANREMERICUM),
  — l'association à *Viola dyris* var. *orientalis* (VIOLETUM DYRIS ORIENTALIS),
  — l'association à *Cirsium dyris* et *Silena ayachica* (CIRSIETO-SILENETUM),
  — l'association à *Raffenaldia primulina* et *Campanula Mairei* var. *anremerica* (RAFFENALDIETO-CAMPANULETUM).

L'Alliance PLATYCAPNION SAXICOLAE est spéciale aux plus hauts sommets du Haut et du Moyen Atlas, elle fait défaut sur le Rif et les montagnes de Numidie où elle ne possède pas de vicariante.

Par contre, sur les hauts sommets du sud de l'Espagne s'individualise dans des stations analogues, sur éboulis de rochers primitifs et sédimentaires, une unité sociologique présentant d'étroits rapports avec elle. Il s'agit de l'Alliance HOLCION COESPITOSI possédant déjà un nombre important d'orophytes européens; toutefois, nous avons dû ranger cette alliance, non plus dans l'Ordre des ERINACETALIA, mais dans un Ordre spécial aux hauts sommets du sud de l'Espagne, l'Ordre des GALIETALIA ROSELLI. Cependant, si l'Alliance HOLCION COESPITOSI est caractérisée essentiellement par de nombreux endémiques Sud espagnols tous de souche oro-méditerranéenne : *Holcus coespitosus, Reseda complicata, Scrofularia crithmoides, Crepis oporinoides, Cirsium carlinoides* var. *nevadensis,* on y retrouve même quelques espèces du PLATYCAPNION atlasique et tout particulièrement : *Platycapnos saxicola* (Sierra de Magina), *Vicia glauca* var. *giennense* du même massif systématiquement affine de *Vicia glauca* var. *anremerica* (cf. *infra*), *Euphorbia nevadensis* proche de *E. megalatlantica.*

Mais l'intérêt majeur des associations s'intégrant dans l'Alliance Sud espagnole vis-à-vis des groupements végétaux culminaux mégalatlasiques, est

précisément de montrer le passage progressif de la végétation d'éboulis altimontains nord africaine encore totalement méditerranéenne à la végétation des éboulis alpins sur les chaînes pyrénéenne ou alpine et de préciser de la sorte leur vicariance progressive et respective.

En effet, les éboulis culminaux des hautes montagnes méditerranéennes Sud espagnoles, outre de nombreux endémiques stricts, hébergent deux groupes d'espèces faisant défaut sur les hauts sommets marocains.

Le premier réunit des plantes appartenant encore à des lignées méditerranéennes localisées le plus souvent à l'état de formes ou de races vicariantes sur les hauts sommets du pourtour méditerranéen occidental. De par leur aire de distribution on peut leur attribuer l'épithète d'espèces tyrrhéniennes. Tel est le cas en particulier pour les séries vicariantes ci-dessous :

| SIERRA NEVADA | PYRÉNÉES | ALPES MARITIMES | CORSE |
|---|---|---|---|
| *Iberis granatensis* | *Iberis spathulata* | *Iberis nana* | |
| | *Galium cometerrhizon* | | *G. cometerrhizon* |
| *Carduus carlinoides* var. *nevadensis* | *Carduus carlinoides* var. *eu-carlinoides* | | |
| | *Poa Font Querii* | | *Poa Font Querii* |

Ces espèces confèrent une indiscutable parenté aux groupements d'éboulis sur les hautes montagnes du pourtour méditerranéen occidental.

Le deuxième groupe, au contraire, réunit des espèces orophiles s'inscrivant toutes dans des lignées eurasiatiques. Il s'agit surtout de :

*Crepis pygmaea, Papaver suaveolens, Saxifraga oppositifolia, Ranunculus glacialis, Ranunculus parnassifolius.*

Toutes ces espèces sont très rares sur la Sierra Nevada et localisées sur les plus hauts sommets à proximité des névés persistants. Pratiquement toutes caractérisent la sous-association à *Ranunculus glacialis* du VIOLETUM NEVADENSIS. Toutes ces espèces, il faut le remarquer, ont sur les Alpes ou les Pyrénées la valeur de caractéristiques de l'Ordre des THLASPEETALIA ou de la Classe des THLASPEETEA. Sur la Sierra Nevada, toutefois, en raison de leur rareté, elles ne sauraient être regardées que comme caractéristiques par transgression de l'association qu'elles colonisent.

A la lumière de ces faits, les vicariances sociologiques suivantes peuvent être envisagées pour les associations d'éboulis sur les hautes montagnes du pourtour méditerranéen occidental.

Le tableau XVI montre plusieurs séries de faits :

— si sur le Haut Atlas et la cordillère Bétique, la totalité des unités supérieures s'inscrit dans le cercle de végétation méditerranéenne, dans les Pyrénées, seules les Alliances sont composées d'espèces méditerranéennes. Elles

| HAUT ATLAS | CORDILLÈRE BÉTIQUE | PYRÉNÉES | ALPES MARITIMES | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Platycapnion saxicolae* | *Holcion caespitosi* | *Iberidion spathulatae* | Thlaspeion rotundifolii | ALLIANCE | Substrat calcaire |
| *Erinacetalia* | *Galietalia roselli* | Thlaspeetalia | Thlaspeetalia | ORDRE | |
| *Ononido Rosmarinetea* | *Ononido Rosmarinetea* | Thlaspeetea | Thlaspeetea | CLASSE | |
| *Erinacetalia* | *Galietalia roselli* | Androsacetalia alpinae | Androsacetalia alpinae | ORDRE | Substrat siliceux |
| *Platycapnion saxicolae* | *Holcion caespitosi* | *Senecion leucophyllae* | Androsacion alpinae | ALLIANCE | |

TABLEAU XVI.

Les unités supérieures floristiquement méditerranéennes sont en italique; celles qui sont endémiques d'un massif sont encadrées.

font défaut dans les Alpes maritimes, ou figurent seulement parmi les caractéristiques d'association;

— alors que dans les Alpes maritimes il n'a pas été possible de créer d'unités supérieures endémiques, sur les Pyrénées et le Haut Atlas, la végétation des éboulis peut se grouper en diverses alliances spéciales; sur la Sierra Nevada enfin, l'alliance et l'ordre sont endémiques. C'est donc uniquement des orophytes méditerranéens qui confèrent leur singularité à la végétation des éboulis sur les massifs du pourtour méditerranéen occidental; l'hostilité des facteurs écologiques rend compte à elle seule de la diminution de l'endémisme depuis la cordillère Bétique, au Haut Atlas marocain.

— Enfin, si sur les sommets appartenant à des systèmes orographiques européens, des unités supérieures différentes caractérisent les éboulis siliceux et les éboulis calcaires, il n'en est pas de même sur l'Atlas ou la Sierra Nevada où cette discrimination n'est plus possible. Nous trouvons une fois de plus, ici, un exemple de la prédominance absolue sur ces massifs des facteurs climatiques sur les facteurs édaphiques.

a) Les Associations à ***Viola dyris*** sur le Haut Atlas.

Il est préférable d'étudier ensemble une série de groupements végétaux spéciale aux éboulis culminaux de tous les plus hauts sommets de l'Atlas primitif aussi bien que sédimentaire.

Outre les caractères généraux de l'Alliance, ces groupements possèdent de grandes affinités floristiques stigmatisées surtout par la présence constante de *Viola dyris*.

En effet, cette espèce, endémique du Haut Atlas se rencontre à partir de 3 500 m sur tous les sommets de la chaîne, mais la disjonction de son aire de répartition s'est accompagnée chez elle d'une ségrégation variétale; ainsi se sont individualisées :

— le var. *typica* . . . . . sur le Haut Atlas primitif;
— le var. *calcarea* . . . . . sur le J. Andromer;
— le var. *orientalis*. . . . . sur le Haut Atlas calcaire.

Bien que les caractères morphologiques donnés comme critères de ces variétés ne présentent ni une grande stabilité, ni une grande valeur, cette distinction est toutefois intéressante, car l'aire de répartition de chacune de ces variétés se superpose très exactement à un groupement végétal spécial endémique d'un ou d'une série de hauts sommets mégalatlasiques.

Les associations qui peuvent être individualisées sont les suivantes :

— sur le Haut Atlas primitif (Erdouz, massif du Toubkal, Bou Ourioul) : Association à *Viola dyris* var. *typica* et *Linaria lurida;*

— sur le J. Andromer : Association à *Viola dyris* var. *calcarea* et *Vicia glauca* var. *anremerica;*

— sur le Haut Atlas calcaire : Association à *Viola dyris* var. *orientalis* avec deux sous-associations :

— Sous-association à *Veronica Chartoni* (J. Rhat, m'Goun).
— Sous-association à *Asperula Litardierei* (J. Ayachi).

| Numéros des relevés: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques de l'association à Viola Dyris var.typica et Linaria lurida** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Viola Dyris var. typica | + | + | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Linaria lurida | + | I | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Caractéristiques de l'association à Viola Dyris var.calcarea et Vicia glauca var. anremerica** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Viola Dyris var. calcarea | . | . | . | . | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Vicia glauca var.anremerica | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Caractéristiques de l'association à Viola Dyris var. orientalis** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Viola Dyris var. orientalis | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + | + | + | . | + | + | + | + |
| **Différentielle de la sous-association à Veronica Chartoni :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Veronica Chartoni | . | . | . | . | . | . | + | . | + | + | + | + | + | . | . | . | . | . |
| **Différentielles de la sous-association à Asperula Litardierei** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asperula Litardierei | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + | . | + |
| Alyssum Embergeri | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . |
| Senecio Chalureaui | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . |
| **Caractéristiques des unités supérieures :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Platycapnos saxicola | . | + | . | . | . | + | + | . | + | + | + | + | + | . | + | + | + | + |
| Iberis sempervirens var. pseudo-saxatilis | . | . | . | . | . | . | . | . | I | + | + | . | + | + | I | I | . | + |
| Cirsium Dyris | . | . | + | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | + | + | . | . | . |
| Silene ayachica | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | + |
| Crepis Hookeriana | . | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| Ononis cenisia | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | + | . | . | . |
| Avena bromoides | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . |
| Erysimum Bocconei | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | + | + | + | . | . |
| **Compagnes :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Avena montana | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | + | + | + | . | + | + | + | + |
| Matthiola perennis | . | . | . | + | . | + | . | . | . | + | + | + | . | + | . | + | + | + |
| Campanula Mairei var. anremerica | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | + | . | + | . | . | . | . |
| Festuca ovina var. Dyris | . | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Trifolium humile | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . |
| Myosotis alpestris ssp. albomarginata | + | . | . | + | . | . | . | + | + | . | + | . | . | . | + | . | . | . |

Tableau XVII.

Nous possédons 18 relevés de ces associations groupés dans le tableau nº 17; ils proviennent des localités suivantes :

1 — Ravin de l'Ikibi, versant W du Toubkal (3 850 m).
2 — Plateau culminal du Toubkal (4 090 m).
3 — Versant N. du Tizi n'Ouagane (3 700 m).
4 — Imrharas n'Igloua (Ouenkrim) (3 850 m).
5 — Plateau du Tazerharht (3 890 m).

2° Association à *Viola dyris* var. *calcarea* et *Vicia glauca* var. *anremerica* :

6 — J. Andromer, versant S. (3 500 m).
7 — J. Andromer, versant E. (3 600 m).
8 — J. Andromer, versant N. (3 450 m).

3° Association à *Viola dyris* var. *orientalis* sous-association à *Veronica Chartoni* :

9 — J. Rhat, versant W. du Rhat S.-W. (3 650 m).
10 — J. Rhat, versant N. du Rhat S.-W. (3 700 m).
11 — J. Rhat, versant N. du Rhat S.-W. (3 600 m).
12 — M'Goun, versant E. au-dessus du Tizi n'Aït Admed (3 400 m).
13 — M'Goun, versant N. au-dessus des sources du m'Goun (3 500 m).

4° Association à *Viola dyris* var. *orientalis* sous-association à *Asperula Litardieri* :

14-18 — J. Ayachi : en divers points de la crête culminale (3 550-3 700 m).

Bien que très pauvres en espèces et de recouvrement presque nul, ces divers groupements sont cependant floristiquement très bien individualisés; chacun possède en propre quelque endémique exclusive permettant de le définir à coup sûr.

Si le Violeto-Linarietum occupant sur tous les sommets du Haut Atlas central une surface considérable (96 % au-dessus de 3 500 m) est susceptible de fournir de multiples relevés, il n'en est pas de même pour l'association à *Viola dyris* var. *calcarea* et *Vicia glauca* var. *anremerica* par exemple localisées sur le sommet du J. Andromer, ou de la sous-association à *Asperula Litardieri* du Violetum Dyris Orientalis qui colonise uniquement une ligne de crêtes longue de 3 km et large de 500 m sur les culmen du J. Ayachi.

Le groupement à *Viola dyris* var. *typica* et *Linaria lurida* est strictement localisé dans les éboulis culminaux granitiques schisteux ou ryolitiques du Haut Atlas central. Indiqué pour la première fois par R. Maire (1924) dans le Haut Ourika, cet auteur distinguait là, deux associations distinctes : l'une à *Linaria lurida* avec *Platycapnos* dans les éboulis secs; l'autre caractérisée uniquement par *Viola dyris*, à proximité des plaques de neige. Si cette distinction est en gros valable, il est toutefois difficile de trouver là autre chose que deux faciès d'une même association.

En dehors des deux caractéristiques, le cortège floristique comprend tout au plus cinq ou six autres espèces : *Cirsium dyris, Avena montana, Cirsium chrysacanthum, Festuca dyris, Arabis coringioides, Platycapnos saxicola.*

Sur le sommet du J. Andromer, à partir de 3 450 m les éboulis sont colonisés par le groupement à *Viola dyris* var. *calcarea* et *Vicia glauca* var. *anremerica*. Ces deux variétés endémiques sont très nettement tranchées, la dernière en particulier est très différente des var. *rerayensis* et *ayachica* qui se rencontrent dans les garrigues à xérophytes en coussinets du Haut Atlas. Les raisons de cet endémisme strictement localisé sur le sommet de l'Andromer formé d'éboulis calcaires dolomitisés du Lias supérieur n'est pas évident, d'autant que le restant

du Haut Atlas calcaire, à partir du J. Rhat tout proche est colonisé dans les stations identiques par le VIOLETUM DYRIS ORIENTALIS. Cette association est extrêmement localisée et nettement moins alticole que ses homologues mégal-atlasiques.

Le VIOLETUM DYRIS ORIENTALIS enfin, dans ses deux sous-associations, occupe à partir de 3 600 m les éboulis de calcaire en plaquette qui couronnent les sommets du Haut Atlas oriental.

Sur les massifs du Rhat et du m'Goun, *Veronica Chartoni* caractérise la sous-association qui occupe d'assez vastes surfaces.

Sur le massif de l'Ayachi, la sous-association à *Asperula Litardieri, Senecio Chalureaui* et *Alyssum Embergeri* correspond en partie au groupement décrit par HUMBERT sous le nom d'association à *Cossonia platycarpa* et *Senecio Chalureaui*. Toutefois, dans son relevé, cet auteur inclue *Ranunculus geraniifolius (R. montanus* ssp. *aurasiacus* var. *mesatlanticus)* et *Cossonia platycarpa* qui représentent, un groupement spécial (RAFFENALDIETUM PLATYCARPAE sous-association GLACIALE).

Le cortège floristique du VIOLETUM DYRIS ORIENTALIS est sensiblement plus riche que celui du VIOLETO-LINARIETUM du Toubkal, *Avena bromoides, Matthiola saxatilis, Erysimum Bocconei, Ononis cenisia* s'y rencontrent encore. D'ailleurs, sur le massif de l'Ayachi en particulier, cette richesse (toute relative il est vrai) s'accompagne de l'apparition de trois espèces endémiques strictement exclusives du groupement : *Senecio Chalureaui* représentant ici le polymorphe *S. leucanthemifolius* Poir., *Asperula Litardieri* (aussi sur le Bou Naceur) et *Alyssum Embergeri* vicariant de *A. Flahaultianum* recueilli une seule fois sur le sommet du J. Igdtet par L. EMBERGER.

Les sommets de l'Atlas calcaire et tout spécialement du Haut Atlas oriental se montrant donc beaucoup plus riches en espèces et fertiles en endémiques que les éboulis culminaux du Haut Atlas primitif.

Le substrat où s'accrochent les diverses associations mégalatlasiques à *Viola dyris* est toujours constitué, nous l'avons dit, d'éboulis en général assez fins. Comme l'a déjà fait remarquer J. DRESCH (1941) il s'agit, sur le Haut Atlas siliceux de fragments anguleux ne dépassant pas 20 cm de diamètre, et sur le Haut Atlas calcaire au contraire, de plaquettes en général de taille plus réduite encore (· ériglaciaire sec). Les phénomènes de solifluxion sont fréquents partout, ils amènent souvent en surface de minces traînées argileuses que la végétation ne paraît pas utiliser ( ols striés).

L'analyse de ces traînées de solifluxions nous a conduit aux résultats suivants (J. Andromeur, 3 550 m) :

| | | |
|---|---|---|
| *p*H | | 7,6 |
| humus | | 1,8 °/oo |
| granulométrie : | Cailloutis | 36 % |
| | Sables grossiers | 44 % |
| | Sables fins | 12 % |
| | Limons | 8 % |

Il faut chercher dans la rigueur extrême des facteurs climatiques (gels hivernaux et même estivaux, écarts nycthéméraux de température considérable,

variations énormes des taux d'humidité relative édaphique) l'origine de ces « déserts de cailloux » qui couvrent les sommets du Haut Atlas et dont le plateau du Tazerharht est le plus saisissant exemple.

Si le Moyen Atlas et le Rif ne possèdent pas de groupement vicariant, sur la Sierra Nevada par contre l'association à *Viola nevadensis* et *Linaria glacialis* peut être considérée très exactement comme l'homologue du VIOLETO-LINARIETUM mégalatlasique, mais il ne s'agit là que d'une vicariance physionomique et écologique; en effet, le cortège floristique du groupement névadéen accuse un très haut degré d'individualité (10 espèces endémiques austro-espagnoles sans vicariantes atlasiques sur un total de 24 espèces). Si ce groupement par sa hiérarchisation sociologique appartient encore à la végétation oro-méditerranéenne, il est toutefois caractérisé exclusivement par divers orophytes alpiens qui atteignent là, à la faveur du micro-climat très rude entretenu par la permanence à proximité, tout au long de l'année de plaques de neige, leur extrême limite méridionale. Tel est le cas en particulier pour *Saxifraga oppositifolia, Linaria glacialis* représente la vicariante systématique de *L. alpina; Viola nevadensis* doit être rapproché de *Viola dyris.*

b) Association à ***Raffenaldia primulina*** et ***Campanula Mairei*** var. ***anremerica.***

Localisé sur le Haut Atlas calcaire ce groupement toujours rare occupe les éboulis fins en exposition nord. Il réclame une humidité édaphique plus importante que le VIOLETUM DYRIS ORIENTALIS, aussi se localise-t-il volontiers au pied des falaises calcaires à *Draba Oreadum.* Le groupement que nous avions décrit en 1952 sur l'Ayachi sous le nom de MYOSOTETO-RAFFENALDIETUM PRIMULINAE ne représente en réalité qu'un faciès appauvri de cette association que nous avons retrouvée depuis sur le J. Rhat, le J. Aori et le m'Goun; elle est toutefois toujours très localisée.

Nettement moins alticole que le VIOLETUM DYRIS ORIENTALIS, le groupement à *Raffenaldia primulina* et *Campanula Mairei* var. *anremerica* se développe entre 3 350 et 3 650 m !

Nous en possédons 8 relevés effectués dans les localités suivantes :

1 — J. Rhat : éboulis sur le flanc N. du Signal (3 600).
2 — J. Rhat : même localité (3 550 m).
3 — J. Aori : Crête culminale, flanc N. (3 300 m).
4 — J. m'Goun : au-dessus des sources du m'Goun (3 350 m).
5 — J. m'Goun : flanc N. au-dessus des sources de la Tessaout (3 400 m).
6 — J. Ayachi : flanc N. (3 600 m).
7 — J. Ayachi : flanc N. (3 550 m).
8 — J. Ayachi : flanc W. (3 400 m).

En dehors de *Raffenaldia primulina* localisée sur les sommets du Haut Atlas dans ce groupement, nous avons retenu comme caractéristiques cinq espèces possédant là des variétés endémiques. Il s'agit toujours d'hémicryptophytes de petite taille accusant une nette tendance au gazonnement représentant des écotypes adaptés au micro-climat très rude de l'association, d'espèces en général moins alticoles.

Tel est le cas de *Campanula Mairei* var. *anremerica* (J. Anremer, J. Aori, m'Goun, J. Rhat, J. Ayachi 3 500-3 700 m), *Silene mesatlantica* var. *Ibrahimiana* (J. Rhat, J. Ayachi 3 500-3 700 m), *Brassica saxatilis* ssp. *Blancoana* var. *lutea* (J. Rhat 3 200-3 700 m, m'Goun), *Draba hispanica* var. *rhatica* (J. Rhat 3 500 m), *Anacyclus atlanticus* var. *vestitus* (J. Rhat, m'Goun, Aori, J. Ayachi 3 500-3 700 m).

La présence d'une telle abondance de variétés endémiques spéciales à ce groupement, illustre remarquablement le rôle de facteurs écologiques dans l'individualisation de types nouveaux. L'efflorescence massive à une telle altitude, d'écotypes nouveaux rend également compte des modifications intenses présentées par le micro-climat de la zone des éboulis culminaux à hémicryptophytes, vis-à-vis de celui des garrigues à xérophytes épineux en coussinets.

Le groupement à *Raffenaldia primulina* et *Campanula Mairei* var. *anremerica* occupe donc altitudinalement sur le Haut Atlas calcaire et dans des stations très définies une situation intermédiaire entre le Velletum Mairei sous-association à *Alyssum spinosum* et le Violetum Dyris Orientalis.

Du point de vue floristique, il présente un cortège plus important que le groupement à *Viola dyris ;* en effet, quelques espèces appartenant au Velletum Mairei s'y trouvent encore ainsi que çà et là dans les points les plus humides sur les éboulis colmatés, quelques pionniers représentant l'Alliance Trifolion Humilis *(Trifolium humile, Festuca rubra, Ranunculus montanus).*

Le recouvrement moyen de l'association oscille aux environs de 5 à 10 %; chiffre très élevé pour une association appartenant à l'Alliance Platycapnion Saxicolae.

Endémique du Haut Atlas calcaire, ce groupement ne peut être à notre connaissance mis en parallèle avec aucune association connue.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Raffenaldia primulina* | 5 |
| *Campanula Mairei* var. *anremerica* | 5 |
| *Brassica saxatilis* ssp. *Blanceana* var. *lutea* | 4 |
| *Silene mesatlantica* var. *Ibrahimiana* | 2 |
| *Anacyclus atlanticu* var. *vestitus* | 4 |
| *Arenaria armerina* | 2 |
| *Draba hispanica* var. *rhatica* | 1 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Platycapnos saxicola* | 5 |
| *Iberis sempervirens* var. *pseudo-saxatilis* | 4 |
| *Alyssum spinosum* | 3 |
| *Arenaria pungens* | 3 |
| *Vicia glauca* var. | 2 |
| *Jurinea humilis* | 2 |
| *Carduncellus Catrouxi* | 2 |
| *Ononis cenisia* | 2 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Myosotis alpestris* ssp. *albomarginata* | 5 |
| *Matthiola perennis* var. | 4 |
| *Avena montana* | 3 |
| *Potentilla Guilliermondii* | 2 |
| *Hippocrepis Lieuvillei* | 2 |
| *Erigeron Mairei* | 2 |
| *Carum proliferum* | 2 |

c) Association à ***Cirsium dyris*** et ***Silene ayachica.***

Décrite pour la première fois par HUMBERT sur un relevé du J. Ayachi (versant nord du Tizi n'Tsserdount), ce groupement retrouvé depuis lors sur tout le Haut Atlas calcaire et sur les dômes culminaux du Bou-Naceur et du Bou Iblane, se rencontre sur les éboulis mouvants à des altitudes comprises entre 2 500 et 3 600 m. Nettement moins alticoles que les groupements précédents, le CIRSIETO-SILENETUM représente l'Alliance PLATYCAPNION à l'étage des garrigues à xérophytes épineux, mais il y occupe surtout le versant nord, et tout spécialement les éboulis situés au pied des falaises où s'accroche le SAXIFRAGETUM GAUSSENI.

Sur le Haut Atlas siliceux, se rencontre un faciès spécial caractérisé surtout par l'appauvrissement considérable du cortège floristique et l'apparition d'une espèce calcifuge exclusive : *Cicer atlanticum.*

Nous possédons 12 relevés de ce groupement; ils proviennent des localités suivantes :

1° Sous-association TYPICUM :

1 — J. Rhat, versant N. du Tizi n'Aït Mallal (2 900 m).
2 — J. Rhat, versant N. du Tizi n'Ferdi (3 000 m).
3 — J. Rhat, partie supérieure des gorges centrales exp. : N.-W. (3 300 m).
4 — J. m'Goun, au-dessus du Tizi Tamougmaght (3 200 m).
5 — J. Ayachi, versant N. du Tizi n'Ferdi (2 600 m).
6 — J. m'Korn, éboulis du flanc N. (2 900 m).
7 — J. Aori, flanc N. (3 000 m).
8 — J. Bou Naceur, versant W du Taouchguelt Kbir (2 850 m).

2° Sous-association à *Cicer atlanticum :*

9 — J. Tichka, flanc N. du Tizi n'Ourdim (2 800 m).
10 — J. Tichka, Tizi n'Tissel (3 000 m).
11 — J. Tichka, Tizi n'Tissel (2 900 m).
12 — Tazerharht, éboulis prés du refuge Lepiney (3 000 m).

Parmi les cinq espèces que nous avons retenues pour caractériser l'association, deux seulement sont communes aux Atlas calcaire et primitif. Il s'agit de *Cirsium dyris* abondant partout et de *Leuzea berardioides* fréquent sur substrat calcaire mais exceptionnel dans les éboulis siliceux (Erdouz-Tazerhart). *Silene ayachica* par contre est calcicole exclusif et inversement nous n'avons jamais vu *Cicer atlanticum* sur calcaire. Toujours rare, cette espèce, si elle permet d'individualiser une sous-association spéciale, fait souvent défaut dans les éboulis à *Cirsium dyris*, sur le Haut Atlas central tout spécialement. *Ranunculus Mgounicus* est spéciale aux éboulis calcaires du m'Goun.

| Numéros des relevés: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sous-ass. TYPICUM | | | | | | | | Sous-ass. à Cicer atlanticum | | | |
| Caractéristiques de l'association : | | | | | | | | | | | | |
| Cirsium Dyris | 2 | + | . | + | I | I | 2 | + | + | I | I | I |
| Silene ayachica | . | I | I | I | + | I | I | + | . | . | . | . |
| Leuzea berardioides | + | . | + | . | + | + | I | + | . | . | . | + |
| Ranunculus Mgounicus | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Différentielle de la sous association à Cicer atlanticum : | | | | | | | | | | | | |
| Cicer atlanticum | . | . | . | . | . | . | . | . | + | I | I | I |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | | |
| Platycapnos saxicola | + | . | + | + | + | + | I | . | . | . | . | . |
| Iberis sempervirens var. pseude-saxatilis | + | . | . | I | + | . | . | I | . | . | . | . |
| Alyssum spinosum | I | + | . | I | . | + | + | . | I | I | . | + |
| Erysimum Boccanei | + | . | + | . | . | + | + | . | . | + | I | . |
| Erinacea pungens | + | . | . | I | . | I | + | + | . | . | . | . |
| Arenaria pungens | . | . | . | . | + | . | . | I | + | . | . | I |
| Vicia glauca var.pl. | . | . | . | . | . | + | . | I | + | + | . | . |
| Astragalus Ibrahimianus | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . |
| Ononis cenisia | + | . | I | . | . | . | . | + | . | I | + | . |
| Euphorbia nicaeensis | + | + | . | + | . | I | I | . | + | . | . | . |
| Avena bromoides | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . |
| Compagnes : | | | | | | | | | | | | |
| Festuca Mairei | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | + |
| Scrofularia ramosissima ssp. macrorhyncha | . | . | . | . | . | + | + | I | . | . | . | . |
| Rumex scutatus | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . |
| Carduus macrocephalus | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . |

TABLEAU XVIII.

Nous ne possédons que peu de renseignements sur les facteurs écologiques qui régissent le groupement à *Cirsium dyris* et *Silene Ayachica*.

Le substrat y est constitué par des éboulis beaucoup plus volumineux que dans les associations à *Viola dyris*. Le colmatage y est presque nul, sauf toutefois sur les portions périphériques des éboulis où se rencontrent déjà quelques xérophytes en coussinets et tout spécialement *Alyssum spinosum*.

Situé à cheval sur les étages de garrigues à xérophytes en coussinets et des éboulis culminaux, l'association à *Cirsium dyris* et *Silene Ayachica* et tout spécialement sa sous-association *Typicum* accuse des significations multiples dans le schéma évolutif général de la végétation sur les éboulis du Haut Atlas.

Nous avons tenté de les représenter dans le schéma nº 6.

Procédant dans l'échelle altitudinale, en exposition nord de l'AGROPYRETO-SCROFULARIETUM TYPICUM et en exposition sud de l'AGROPYRETO-SCROFULARIETUM FESTUCETOSUM, précédant le VIOLETUM DYRIS ORIENTALIS avec ou sans l'étape intermédiaire du RAFFENALDIETO-CAMPANULETUM, la stabilisation

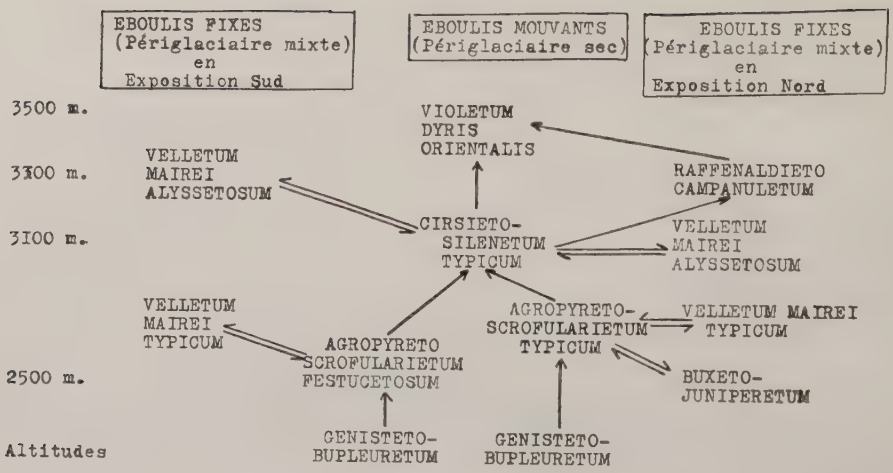



Schéma 6.

des éboulis qui l'hébergent détermine l'installation suivant l'exposition ou l'altitude, de divers aspects du Velletum Mairei (cf. schéma). Par contre, sur le Haut Atlas siliceux, la signification phytodynamique de la sous-association à *Cicer atlanticum* est infiniment plus simple; elle s'inscrit comme cas particulier (stade initial de colonisation des éboulis) dans l'évolution de l'Arenarieto-Vicietum.

Endémique des hauts sommets des Atlas marocains, le Cirsieto-Silenetum montre, comme toutes les associations appartenant à l'Alliance Platycapnion, une prédominance absolue des hémicryptophytes. Toutefois, étant données ses exigences altitudinales, les chaméphytes ne sont pas absents. Le recouvrement moyen oscille aux environs de 30 %, l'inclinaison du sol est toujours supérieure à 15 %.

N'occupant qu'une aire relative réduite (5 à 7 % de la surface totale environ) cette association présente une valeur économique à peu près nulle; elle joue toutefois un rôle appréciable comme élément stabilisateur des éboulis mouvants.

Très riche en espèces endémiques exclusives, son cortège floristique est uniquement constitué d'éléments oro-méditerranéens dont quelques-uns constituent de véritables relictes : *Leuzea berardioides* et *Silene Ayachica* en particulier.

Sur la Sierra Nevada, l'association à *Senecio Tourneforti* var. *granatensis* et *Digitalis purpurea* var. *nevadensis* joue à l'étage des xérophytes, sur substrat schisteux, un rôle analogue mais elle ne présente que peu d'analogies, bien que constituée, elle aussi, en majorité d'éléments oro-méditerranéens, avec le Cirsieto-Silenetum. Sur substrat calcaire, c'est l'association à *Crepis pygmaea* var. *granatensis* et *Iberis granatensis* qui joue un rôle identique sur les sommets de la cordillère Bétique; les analogies que présente ce groupement avec le Cirsieto-Silenetum se résument par la possession en commun de *Platycapnos saxicola* et de *Vicia glauca*. Le groupement névadéen présente d'autre part, nous l'avons dit, de grandes affinités avec les associations pyrénéennes appartenant à l'Alliance Iberidion Spathulathae.

## 4° ALLIANCE FESTUCION ALGERIENSIS.

Sur les hautes montagnes de Numidie, l'Ordre des ERINACETALIA est représenté semble-t-il par une seule alliance. Celle-ci présente vis-à-vis de ses homologues marocaines de nombreuses différences tant écologiques que physionomiques ou floristiques.

Nous l'avons étudiée sur les sommets du Djurdjura et de l'Aurès, mais elle existe encore, appauvrie il est vrai sur tous les sommets algériens qui dépassent 1 500 m.

En effet, alors que sur les Atlas marocains, l'Ordre des ERINACETALIA ne commence à s'individualiser qu'à partir de 2 000 m au minimum; sur les montagnes de Numidie par contre, dès 1 500 m, peuvent se rencontrer déjà des groupements se rangeant dans l'Alliance FESTUCION ALGERIENSIS. D'ailleurs les limites altitudinales inférieures de cette alliance varient considérablement. Si, sur les sommets de l'Atlas Tellien (Djurdjura en particulier), elles se situent aux environs de 1 700 m; sur les chaînes de l'Atlas saharien par contre, elles ne s'abaissent guère au-dessous de 2 000 m (Aurès). Il est intéressant de chercher à préciser les raisons de ces variations altitudinales considérables; les renseignements fournis par les garrigues à xérophytes épineux des montagnes numides sont évocateurs à ce propos.

En effet, si l'on compare les groupements de garrigues écorchées du Djurdjura et de l'Aurès, du point de vue purement physionomique les différences sont considérables. Sur l'Aurès en effet, il s'agit de peuplements denses de xérophytes épineux en coussinets très proches de ceux qui ont été étudiés sur le Haut Atlas, les espèces dominantes sont : *Bupleurum spinosum, Erinacea pungens, Cytisus Balansae, Berberis hispanica; Scorzonera pygmaea* et *Catananchae coespitosa* se retrouvent également. Sur le Djurdjura au contraire, il s'agit plutôt de pelouse écorchée que de garrigue à xérophytes en coussinets. Certes, quelques chaméphytes existent encore en abondance : *Bupleurum spinosum, Astragalus numidicus,* mais quelques-uns des éléments les plus caractéristiques des formations megalatlasiques homologues font figure de rareté : *Cytisus Balansae, Alyssum spinosum* et *Erinacea* en particulier; *Scorzonera pygmaea* et *Catananche coespitosa* font totalement défaut. Par contre, divers hémicryptophytes et plus spécialement des graminées vivaces *Festuca algeriensis, Festuca ovina* ssp. *frigida* var. *Djurdjurae* et var. *numidica, Festuca atlantica, Poa ligulata* var. *djurdjurae* tendent à perdre une place prédominante conférant à la végétation un aspect qui n'est pas sans évoquer les groupements culminaux de la Sierra Nevada; la présence en abondance de *Juniperus communis* var. *hemispherica* et celle de *Juniperus sabina,* à l'état relictuel il est vrai, confirment encore cette opinion.

Si l'on cherche à préciser les exigences altitudinales des chaméphytes en coussinets sur les montagnes de Numidie, on arrive à des résultats très discordants et à première vue inexplicables.

Il est possible de distinguer là trois types principaux de xérophytes en coussinets si l'on se place sur le plan strict de leurs exigences altitudinales.

Le premier constitué par *Alyssum spinosum* doit être regardé comme uniquement lié aux facteurs thermiques. En effet, se rencontrant sur tous les sommets des hautes montagnes nord-africaines, à l'exception de l'Aurès, il paraît posséder vis-à-vis des facteurs hygrométriques une plasticité considérable qui doit osciller entre les chiffres de 45 % et 10 % d'humidité relative de l'air pendant les mois d'été (moyenne des valeurs enregistrée à 13 h). Ces conditions étant réalisées sur la totalité des montagnes nord-africaines, sa localisation à partir de 2 000 m en moyenne ne saurait relever que d'exigences thermiques spéciales (moyenne quotidienne des mois d'été inférieures à 20°).

Il est bien évident que les valeurs que nous avons adoptées comme critère des facteurs thermiques et hygrométriques ne sauraient traduire les exigences réelles de chacun des végétaux envisagés vis-à-vis de ces mêmes facteurs écologiques. Toutefois, envisagées toujours de la même façon, elles permettent de préciser le problème sans tomber dans des difficultés d'observation et d'enregistrement insurmontables sur ces sommets dès que l'on veut serrer d'un peu près tout problème de micro-climatologie. La sécheresse estivale étant le facteur climatique essentiel de ces régions, il était normal de chercher à définir pour la préciser une valeur traduisant un état hygrométrique moyen de l'air à 50 cm de la surface (le calcul d'une valeur moyenne pour les mois d'été étant pratiquement impossible, nous avons pris la moyenne des valeurs que nous avons enregistrées à 13 h) et un chiffre traduisant la température vraie moyenne de ces mêmes stations (ici, nous avons retenu cette valeur elle-même qui, grâce aux observations déjà existantes, jointes aux nôtres et complétées par des extrapolations pouvait être estimée avec suffisamment de rigueur).

Le deuxième groupe constitué surtout par *Bupleurum spinosum* et les Astragales sous-frutescentes présente à la fois vis-à-vis des facteurs thermiques et hygrométriques une plasticité considérable; on peut les chiffrer à proximité des valeurs suivantes :

— degrés hygrométriques moyens de l'air à 13 heures pendant le mois de juillet compris entre 10 et 45 %;

— température moyenne vraie pendant les mois d'été comprise entre 17 et 25 degrés.

De tous les chaméphytes en coussinets ces espèces sont les plus abondantes et les plus répandues, du moins jusqu'à une altitude voisine de 3 200 m (moyenne de juillet 17°), aussi atteignent-elles les plus hauts sommets sur le Djurdjura et l'Aurès.

Le troisième groupe enfin, constitué par *Erinacea pungens* et *Cytisus Balansae* présente des exigences thermiques sensiblement analogues à celles du groupe précédent (moyenne des mesures de juillet comprise entre 15 et 23°); toutefois, elles présentent vis-à-vis des facteurs hygrométriques une

sensibilité beaucoup plus stricte; ces espèces affectionnent en effet les stations les plus sèches, ce sont elles qui s'avancent de beaucoup le plus vers le sud de l'Afrique du Nord. Sur le Haut Atlas, elles manquent presque complètement dans les stations les mieux arrosées : revers nord des hauts sommets des Seksaouas, massif du Toubkal (vallée de la Reraya). Sur le Moyen Atlas, ce sont également ces espèces qui disparaissent les premières sur les sommets du revers nord; elles font presque totalement défaut sur le Rif (*Cytisus Balansae* est signalé sur le J. Azrou). En Algérie enfin, largement réparties sur les Aurès, elles font figure de rareté sur le Djurdjura : quelques stations sur le revers méridional de la chaîne à l'étage de la Cédraie (1 500-1 700 m).

De par cette localisation, encore confirmée par l'étude des stations du Sud espagnol, les valeurs moyennes du degré hygrométrique de l'air à 13 heures pendant le mois de juillet compatibles avec le maintien de ces espèces peuvent se situer entre 10 et 30 %.

Une dernière particularité qui mérite d'être signalée est l'abaissement altitudinal considérable de la limite inférieure de la zone à xérophytes épineux sur les montagnes de Numidie et tout spécialement le Djurdjura et les sommets les plus orientaux de l'Atlas saharien (*Erinacea* descend à moins de 1 200 m en quelques stations de Tunisie centrale).

Si la possibilité de races écologiques locales mérite d'être retenue, l'examen des graphiques ci-dessus fournit toutefois dans plusieurs cas une explication ogique de ces faits. Sur le Djurdjura en particulier des moyennes estivales du degré hygrométrique suffisamment faible pour permettre le développement d'*Erinacea* ou de *Cytisus Balansae* ne se rencontrent que sur le flanc sud au-dessous de 1 700 m.

D'autre part, l'augmentation de la continentalité s'accompagnant d'une diminution de l'état hygrométrique de l'air et d'un affaiblissement parallèle des minima estivales peut, au moins en partie, expliquer l'abaissement des limites altitudinales de ces espèces sur les montagnes situées au seuil des zones prédésertiques (Tunisie centrale, Aurès, montagnes du Sud algérien, Anti-Atlas) mais l'étude de ces régions déborde largement du cadre que nous nous sommes assigné.

Il n'est pas sans intérêt de comparer sur les sommets nord-africains les exigences écologiques de *Juniperus communis* var. *hemispherica* à celles d'*Erinacea* par exemple.

Si du point de vue thermique on ne note que peu de différences, *Juniperus* par contre nécessite pour se développer une humidité atmosphérique considérable (moyenne des minima de juillet à 13 h supérieure à 40 %). Ces conditions ne sont réalisées en Afrique du Nord qu'en de rares localités (cf. *supra*) et spécialement sur le Djurdjura.

Si déjà à la lueur des faits énoncés plus haut, il est possible de discerner d'importantes différences entre le climat général des garrigues à xérophytes épineux des Atlas et des montagnes de Numidie, l'analyse floristique et phytosociologique des associations vient encore confirmer cette opinion.

Du point de vue phytosociologique tout d'abord, il est, nous l'avons vu, possible de créer pour les groupements végétaux à type de pelouse écorchée ou de garrigue altimontaine sur les sommets des montagnes Numidiennes,

une alliance spéciale appartenant encore à l'Ordre des Erinacetalia. Cette alliance pour qui a été retenu le terme de Festucion Algeriensis occupe tous les sommets de l'Est algérien à partir de 1 800 m; elle peut même descendre beaucoup plus bas à la faveur de micro-climats locaux ou de la disparition de la couverture forestière.

En effet, l'Alliance Festucion Algeriensis ne saurait être regardée comme individualisant un étage asylvatique, si elle se développe sur les sommets dénudés du Djurdjura ou de l'Aurès, c'est principalement à la suite de déboisements intensifs dont l'homme est responsable. Il est toutefois probable que les plus hauts sommets du Djurdjura n'ont jamais été boisés et ceci autant en raison de la nature hostile du substrat que des facteurs climatiques rigoureux qui y sévissent. Cette zone asylvatique correspond donc en quelque sorte à la définition de l'étage pseudo-alpin de Flahault, d'autant qu'en quelques points particulièrement favorisés peut se développer un groupement prairial : l'Alopecureto-Romuleetum.

Un autre caractère stigmatisant les différences très considérables existant entre les groupements de garrigues montagnardes des Atlas et des montagnes de Numidie (Djurdjura tout spécialement) est la multiplicité des groupements de ce type existant sur les montagnes kabyles. En effet, alors que sur le Haut Atlas marocain calcaire entre 1 850 et 2 400 m, le Genisteto Bupleuretum et occupe à lui seul la quasi-totalité de la surface du sol, sur le Djurdjura entre 1 800 et 2 300 m, s'individualisent quatre associations de garrigue altimontaine appartenant à l'Alliance Festucion Algeriensis. La discrimination de ces associations dépend d'ailleurs exclusivement de facteurs édaphiques :

— le groupement à *Anthyllis montana* et *Helianthemum canum* se rencontre uniquement sur les calcaires lités et dolomitisés du Trias moyen;

— le groupement à *Ranunculus millefoliatus* et *Alyssum spinosum* sur les calcaires massifs blanchâtres du Lias inférieur (Hettangien surtout);

— le groupement à *Pimpinella Tragium* var. *Djurdjurae* et *Senecio Gallerandianus*, sur les calcaires en dalles du Lias supérieur qui couronnent le Tamgout du Lalla Khedidja;

— enfin, le groupement à *Bupleurum spinosum* et *Astragalus numidicus* colonise les éboulis mal fixés qui montent à l'assaut des arêtes culminales de part et d'autre de la ligne de crête.

Une aussi grande variété dans la constitution de l'édifice végétal est absolument unique sur les montagnes nord-africaines. Les facteurs édaphiques ne jouent en effet, qu'un rôle tout à fait accessoire dans le déterminisme des associations végétales sur les sommets arides des Atlas marocains.

Le rôle prépondérant que joue la nature du substrat dans la discrimination d'unités sociologiques élémentaires sur la haute chaîne Kabyle ne saurait être interprété que comme la conséquence directe de l'atténuation considérable de la rigueur climatique estivale. En effet, la proximité de la mer, le plus haut degré d'humidité relative atmosphérique, l'élévation de la pluviosité contribuent largement à tempérer la durée et l'intensité de la période de sécheresse estivale. Partout, les facteurs édaphiques arrivent à influer notablement par leur variation sur la constitution du tapis végétal. Là où dans des

stations différentes ne s'individualisaient sur le Haut Atlas que des aspects d'un même groupement végétal, arrivent à se développer sur le Djurdjura des associations très nettement différenciées.

Ceci est si vrai, que, sur l'Aurès où les phénomènes de continentalité reprennent une importance capitale, au FESTUCION ALGERIENSIS ne se rattache nettement qu'une seule association; par contre, sur la Sierra Nevada juxta-littorale l'Alliance XERO-ACANTHION est représentée par au moins cinq associations malgré l'exiguïté de la chaîne.

***

Du point de vue floristique, l'Alliance FESTUCION ALGERIENSIS est peut-être plus difficile à individualiser que les alliances vicariantes marocaines sans doute en raison de l'éparpillement géographique des stations où elle se développe. Nous avons toutefois retenu les espèces ci-dessous pour la caractériser :

*Festuca algeriensis*
*Festuca atlantica* var. *genuina*
*Festuca ovina* ssp. *frigida* var. *djurdjurae*
*Euphorbia luteola*
*Scabiosa crenata*
*Leontodon djurdjurae*
*Festuca deserti* ssp. *aurasiaca.*

Bien que descendant sur le versant sud de l'Aurès à des altitudes inférieures à 1 300 m, *Euphorbia luteola,* du moins dans certains écotypes, représente un élément très fidèle et très caractéristique de l'alliance.

Nous n'avons étudié l'Alliance FESTUCION ALGERIENSIS que sur les sommets du Djurdjura où elle groupe quatre associations et sur l'Aurès (une association). Ce sont :

— sur le Djurdjura :

— L'association à *Bupleurum spinosum* et *Astragalus numidicus* (BUPLEURETO-ASTRAGALETUM);

— l'association à *Anthyllis montana* et *Helianthemum canum* (ANTHYLLIDETO-HELIANTHEMETUM);

— l'association à *Ranunculus millefoliatus* et *Alyssum spinosum* (RANUNCULETO-ALYSSETUM);

— l'association à *Pimpinella Battandieri* et *Senecio Gallerandianus* (PIMPINELLETO-SENECIETUM).

— Sur l'Aurès :

— L'association à *Erinacea pungens* et *Festuca deserti* ssp. *aurasiaca* (ERINACETO-FESTUCETUM).

a) Association à ***Bupleurum spinosum*** et ***Astragalus armatus*** ssp. ***numidicus.***

Cette première association de très loin la plus largement répandue sur les sommets du Djurdjura, puisqu'elle y occupe en effet au moins 50 % de la surface totale est d'ailleurs la seule, qui, se rattachant à l'Alliance Festucion Algeriensis qui réponde encore à la définition de garrigue altimontaine : les chaméphytes y prédominent, du moins physionomiquement, car le cortège floristique est représenté seulement par 19 chaméphytes sur un total de 103 espèces (presque exclusivement des Hemicryptophytes). Ce nombre (103 espèces) est extraordinairement élevé pour un groupement nord-africain s'inscrivant dans l'Ordre des Erinacetalia et met bien en évidence la clémence toute spéciale des facteurs climatiques sur le Djurdjura. Une autre raison est d'ailleurs la variabilité de ce groupement qui, entre 1 600 et 2 200 m environ, individualise divers faciès floristiquement et écologiquement discernables.

— Entre 1 600 et 1 800 m sur les éboulis secs, à toute exposition, se développe la sous-association à *Astragalus numidicus.*

— A la même altitude, dans les stations plus humides, *Juniperus communis* ssp. *hemipherica* permet de discerner une sous-association spéciale préludant à l'installation de la Cédraie.

— Entre 1 800 et 2 200 m environ, s'individualise un aspect alticole (sous-association à *Vicia glauca* var. *montisferrati* dont au moins un faciès (faciès à *Festuca atlantica*) mérite d'être retenu.

— Enfin, sur le versant sud, dans les stations arides aux environs de 1 600 m, la présence d'*Erinacea* et de *Cytisus Balansae* permet de reconnaître une sous-association à *Cytisus Balansae.*

Nos 22 relevés ont été effectués dans les localités suivantes :

1 — Haïzer, flanc N. au-dessus de Tala guilef : 100 m² – R. 20 % – E. - N. – I. 20 % (1 750 m).
2 — Flanc E. du col Blanc : 100 m² – R. 30 % – E. - E. – I. 30 % (1 850 m).
3 — Entre le lac et le Tizi Goulmin : 100 m² – R. 30 % – E. - N. – I.15 % (1 950 m).
4 — Flanc E. du Tizi n'Cenad : 100 m² – R. 40 % – E. - E. – I. 20 % (2 050 m).
5 — Flanc S. de l'Azrou Gougane, au-dessus de la piste : 100 m² – R. 30 % – E. - S. – I. 25 % (1 980 m).
6 — Flanc W. du Tizi Boussouil : 100 m² – R. 25 % – E. - W. – I. 10 % (1 850 m).
7 — Plateau de l'Haizer, versant N. du J. Tachgagalt : 100 m² – R. 70 % E. - N. – I. 10 % (2 150 m).
8 — Tizi n'Cenad, flanc E, au-dessous de la piste, 1 km 5 avant le col 100 m² – R. 65 % – E. - E. – I. 15 % (2 050 m).
9 — Flanc N.-E. du Ras Timedouine : 50 m² – R. 85 % – E. - N.-E. – I. 5 % (2 250 m).
10 — Gouffre de l'Akouker rive G. : 100 m² – R. 80 % – E. - E. – I. 15 % (1 950 m).
11 — Gouffre de l'Akouker, rive G. : 100 m² – R. 80 % – E. - E. – I. 15 % (1 950 m).

12 — J. Haïzer, flanc N. au-dessus de Tala Guilef : 100 m² – R. 35 % – E. - N. – I. 20 % (1 850 m).
13 — Flanc E. du J. Tachgagalt : 100 m² – R. 45 % – E. - E. – I. 20 % (2 100 m).
14 — Flanc S. du Tizi Tabaoualt : 100 m² – R. 30 % – E. - S. – I. 20 % (1 950 m.)
15 — Flanc E. du Tizi n'Cenad : 100 m² – R. 40 % – E. - E. – I. 25 % (1 950 m).
16 — Flanc S. du J. Icefticen : 100 m² – R. 35 % – E. - S. – I. 25 % (1950 m).
17 — Ras Timedouine au-dessus de l'Azrou ou Bougui : 100 m² – R. 25 % – E. - S. – I. 25 % (2 200 m.)
18 — Azrou Gougane, flanc W. : 100 m² – R. 25 % – E. - W. – I. 30 % – (1 950 m).
19 — Flanc N.-W. de l'Azrou n'Thaltat : 100 m² – R. 20 % – E. - N.-W. I. 20 % (1 000 m).
20 — Tamgout, au-dessus de la forêt de Tala Rana : 100 m² – R. 80 % – E. - S. – I. 20 % (1 850 m).
21 — Tamgout, près de Tala Raumrouzène : 100 m² – R. 85 % – E. - S. – I. 20 % (1 900 m).
22 — Portion inférieure de la forêt de Tigounatine au-dessous de la route : 100 m² – R. 70 % – E. - S.-W. – I. 10 % (1 550 m).

Quoiqu'elle occupe sur le Djurdjura une surface considérable, l'association à *Bupleurum spinosum* et *Astragalus Numidicus* ne possède qu'un nombre fort réduit de caractéristiques. Nous avons retenu en plus des deux espèces qui servent à la nommer, *Atractylis coespitosa*, *Vicia glauca* var. *montisferrati* et *Onosma fastigiatum* var. *Kabylicum*.

Si les deux dernières sont des micro-endémiques des montagnes kabyles les trois autres, par contre, sont largement répandues sur les montagnes nord-africaines. *Astragalus armatus* ssp. *Numidicus* présente toutefois son développement optimal sur les sommets du Djurdjura où *Bupleurum spinosum* et *Atractylis coespitosa* sont à peu près exclusivement cantonnés dans le groupement étudié ici.

Il est intéressant de chercher à préciser les particularités floristiques, physionomiques et écologiques des divers aspects sociologiques du Bupleureto-Astragaletum.

— La sous-association à *Astragalus Numidicus* est la moins alticole, localisée entre 1 600 et 1 800 m, elle représente la limite altitudinale inférieure sur le Djurdjura de l'Ordre des Erinacetalia. Elle correspond encore à l'époque actuelle à une zone de vocation forestière; en effet, çà et là se rencontrent encore quelques Cèdres et quelques Ifs en général morts ou agonisants, au-dessus de 1 700 m. Au-dessous de cette altitude, la sous-association à *Astragalus Numidicus* s'insinue çà et là dans la Cédraie lorsqu'elle existe, à la faveur de micro-climats locaux sur les éboulis mal fixés en particulier, ou à la suite de déboisements voulus ou provoqués par l'homme.

Dans son cortège floristique existent diverses espèces peu alticoles manquant en général au-dessus de 1 800 m, tel est le cas en particulier de *Festuca triflora*, *Isatis Djurdjuræ*, *Phlomis Bovei*, *Genista tricuspidata*.

Parmi celles-ci, plusieurs doivent être considérées comme des vestiges sylvatiques.

| Numéros des relevés : | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | II | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | 20 | 2I | 22 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | | | | | | B | | | | | C | | | | | | | | D | | |
| Caractéristiques de l'association: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bupleurum spinosum | . | . | I | + | I | I | I | I | 2 | I | + | 2 | 2 | I | 2 | 2 | I | I | . | + | + | . |
| Astragalus armatus ssp. numidicus | 2 | 2 | I | 3 | 2 | 2 | . | I | + | . | . | I | I | + | I | 2 | I | I | I | + | . | I |
| Atractylis caespitosa | . | I | . | 2 | + | . | . | . | + | . | I | I | 2 | . | . | I | . | . | + | . | . | . |
| Onosma echioides var. | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | I | + | . | + | + | . | . | . | . | . |
| Vicia glauca var.montisferrati | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | I | + | + | . | I | I | + | . | . | . |
| Différentielles principales de la sous ass. à Juniperus communis ssp. hemispherica : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Juniperus communis ssp.hemispherica | . | . | . | . | . | . | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . |
| Lonicera kabylica | . | . | . | . | . | . | . | + | 2 | I | 2 | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Lamium longiflorum | . | . | . | . | . | . | I | I | + | + | I | I | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Daphne laureola | . | . | . | . | . | I | . | I | I | . | I | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Acer monspessulanum | . | . | . | . | . | . | . | I | I | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Différentielles principales de la sous ass. à Cytisus Balansae : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cytisus Balansae | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | 4 | . |
| Erinacea pungens | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | 3 |
| Asphodeline lutaea | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | I | I |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Festuca algeriensis | . | . | + | I | . | . | . | . | . | + | . | I | . | + | I | . | + | 2 | . | . | + | . |
| Festuca ovina var.Djurdjurae | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | + | I | . | . | . | I | . | . |
| Leontodon Djurdjurae | . | . | I | I | . | . | + | . | . | . | I | I | + | . | I | I | + | . | . | . | + | . |
| Euphorbia luteola | I | . | I | . | I | I | . | . | + | . | I | I | 2 | 2 | 2 | I | I | + | + | I | . | I |
| Festuca atlantica var. genuina | . | . | I | + | I | I | . | . | + | + | I | I | . | 2 | I | + | . | + | . | . | . | + |
| Scabiosa crenata | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | I | 2 | 3 | 3 | 3 | . | . | . |
| Erysimum Bocconei | . | + | + | . | I | I | . | + | + | I | + | . | I | I | + | I | . | I | I | I | I | . |
| Cerastium Boissieri | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | + | I | . | I | . | + | + | I | . | . | . | + |
| Berberis hispanica | . | . | . | I | . | . | I | . | 2 | 2 | . | I | . | + | I | . | . | . | + | . | . | . |
| Jurinea humilis | . | . | I | . | . | + | . | . | . | . | . | I | + | + | . | + | . | . | . | + | . | . |
| Prunus prostrata | I | . | . | I | I | . | . | . | . | . | + | . | I | . | + | + | I | I | . | I | . | I |
| Cynoglossum nebrodense | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | I | . | . | + | . | . |
| Veronica rosea | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . |
| Alyssum montanum | . | . | . | . | + | + | . | + | . | . | I | . | + | . | + | + | . | . | . | + | + | . |
| Inula montana | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Teucrium polium | . | . | + | + | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | I | . | I | . | . | + |
| Catananche caerulea | . | . | I | . | . | + | . | . | . | + | . | . | . | I | . | . | + | . | . | . | + | . |
| Anthyllis vulneraria ssp. maura | . | I | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | I | + | + | . | . |
| Valeriana tuberosa | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Euphorbia nicaeensis | I | . | I | . | + | . | I | . | . | . | . | + | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . |
| Avena bromoides | . | . | . | . | I | + | + | . | . | . | . | + | . | . | . | I | . | . | I | + | . | . |
| Compagnes principales : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Poa bulbosa | . | + | I | . | I | + | + | + | I | . | I | . | . | . | + | + | I | I | I | I | I | . |
| Bellis silvestris | + | . | . | + | + | . | + | I | . | + | . | I | + | + | . | . | . | + | + | + | + | I |
| Sinapis pubescens | . | + | . | I | . | . | + | + | . | . | . | I | + | + | + | . | . | + | . | + | . | . |
| Tulipa Celsiana | + | . | . | I | . | + | I | . | . | . | + | + | I | I | I | . | + | . | . | + | . | I |
| Galium mollugo var. | . | . | I | I | I | + | . | . | + | . | . | . | + | . | . | + | . | I | I | + | . | + |
| Helianthemum vulgare | . | + | + | . | + | + | I | . | I | . | . | + | I | . | + | . | . | + | . | + | . | + |
| Carduncellus pumatus | + | . | . | I | . | . | + | + | . | . | . | . | + | I | + | . | I | . | . | + | . | . |
| Plantago mauritanica | . | . | + | . | . | + | . | . | . | + | + | . | . | . | + | I | I | 2 | + | . | . | . |
| Ranunculus chaerophyllos | . | . | I | . | + | + | + | . | . | I | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | + | . |
| Eryngium tricuspidatum | . | + | . | . | I | + | . | . | + | . | + | + | . | . | + | I | + | . | . | . | . | + |
| Dactylis glomerata | . | . | . | . | I | . | I | I | . | + | + | . | . | + | I | I | . | . | + | . | + | . |
| Lotus corniculatus | . | . | . | + | . | . | I | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | + | . |
| Fedia cornucopiae | . | . | I | . | . | + | I | . | I | I | . | . | . | + | . | . | . | . | + | . | + | . |
| Linaria heterophylla | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | I | . | . | . | . |
| Thlaspi perfoliatum | + | . | . | + | + | . | . | . | . | . | I | + | . | . | + | . | . | + | I | . | . | + |
| Geranium pyrenaicum | . | . | . | . | + | . | . | I | . | I | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| Sedum amplexicaule | I | . | . | + | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | + | . |
| Sedum cespitosum | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . | I | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Thymus kabylicus | I | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | I | I | . | . | . |
| Artemisia absinthium | . | . | . | I | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I |
| Arabidopsis thaliana | . | . | . | . | I | . | . | . | . | + | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Arabis caucasica | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | I | . | . | . | . | . | . | . |
| Veronica hederefolia | . | . | + | . | . | . | I | I | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Cerastium atlanticum | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Cynosurus cristatus | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | + | . | . |
| Senecio Peralderianus | . | . | . | . | . | . | I | + | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Potentilla micrantha | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Geum silvaticum | . | . | . | . | . | . | I | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Luzula graeca | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Saxifraga carpetana | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Crataegus laciniata | . | . | . | . | . | . | + | . | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Serbus aria | . | . | . | . | . | . | I | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Primula veris | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Viola Mumbyana | . | . | . | . | . | . | I | I | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

Tableau XIX.

Parmi les caractéristiques de l'association, *Vicia glauca* et *Onosma fastigiatum* plus alticoles font à peu près défaut, tel est encore le cas pour *Scabiosa crenata*.

Du point de vue édaphique, la sous-association à *Astragalus numidicus* colonise à toute exposition, mais plus spécialement en orientation sud, les amas d'éboulis qui ennoyent tout au long de la chaîne, la ligne de crêtes constituée presque exclusivement de calcaires compacts dolomitisés. Dans de telles stations, il ne saurait se différencier du sol, fixant les éboulis, l'association permet tout au plus le dépôt dans les interstices de débris organiques abondants. L'inclinaison est toujours élevée : 15 à 40 %.

La sous-association à *Juniperus communis* var. *hemisphaerica* n'est guère plus alticole que la précédente. Elle présente son optimum de développement aux environs de 1 900 m. Elle aussi correspond indiscutablement à une zone de vocation forestière; mais alors que la sous-association à *Astragalus numidicus* devait être envisagée comme un stade régressif de la forêt de Cèdres, celle-ci, au contraire, prélude souvent à l'installation de la Cédraie. Du point de vue floristique, cette sous-association est très nettement individualisée, mais les espèces qui permettent de la différencier sont presque toutes des transgressives de la forêt de Cèdres. Tel est le cas surtout de : *Senecio Perralderianus*, *Geum sylvaticum*, *Potentilla micrantha*, *Scilla hispanicum*, *Saxifraga carpetana*, *Primula veris*, *Luzula groeca*, etc. Toutefois, *Lonicera Kabylica* et *Lamium longiflorum* sont à peu près exclusifs du groupement. *Berberis hispanica* ne manque jamais.

La sous-association à *Juniperus communis* est surtout fréquente en exposition nord, elle traduit un micro-climat beaucoup plus humide que celui des autres aspects du Bupleureto-Astragaletum. Le substrat, primitivement constitué d'éboulis peut évoluer progressivement et quelques centimètres de sol brun humifère arrivent même souvent à s'individualiser. L'inclinaison oscille entre 15 et 30 %. Le recouvrement végétal atteint là des chiffres très élevés (90 à 100 %) en général, tout à fait inhabituels dans les garrigues altimontaines nord-africaines.

— La sous-association à *Vicia glauca* var. *montisferrati* occupe au contraire tous les éboulis mal fixés et à toute exposition au-dessus de 1 900 m. Du point de vue floristique, elle représente l'aspect le mieux individualisé et le plus riche de l'association. Là, toutes les espèces caractéristiques sont largement représentées. Il en est de même pour les indicatrices de l'Alliance. Toutefois, *Scabiosa crenata* et *Euphorbia luteola* sont plus abondantes sur les affleurements marneux delités fréquents sur le flanc nord de l'Haizer (Berriasien, Valanginien et Senonien surtout) et permettent d'individualiser un faciès spécial très caractéristique, mais pauvre en espèces.

De même, sur les replats terreux, l'abondance de *Festuca atlantica* var. *genuina* modifie considérablement l'aspect de l'association qui tend alors à se transformer en pelouse parfois fermée; mais la composition floristique générale ne subit que de faibles modifications, les chaméphytes sont plus rares mais toujours présents. On ne peut alors parler de faciès à *Festuca atlantica* caractérisé essentiellement par la prédominence absolue de cette espèce, associée à un appauvrissement considérable du cortège floristique de l'association. L'inclinaison du sol y est toujours élevée, 30 % en moyenne, le recouvrement

ne dépasse guère 60 %, dans le faciès à *Scabiosa crenata*, il est encore plus faible (40 à 50 %).

— La sous-association à *Cytisus Balansae* enfin est très rare et localisée, nous l'avons dit en quelques points particulièrement chauds du versant sud à une altitude voisine de 1 600 m. Parmi les espèces susceptibles de l'individualiser, outre *Erinacea* et *Cytisus Balansae* il faut signaler *Asphodeline lutea* et *Juniperus oxycedrus*. Le cortège floristique y est très appauvri, les caractéristiques de l'association sont mal représentées; l'intérêt majeur de cette sous-association est d'établir la transition entre les garrigues montagnardes de type aurasien avec le Bupleureto-Astragaletum kabyle. Le recouvrement ne dépasse guère 60 % l'inclinaison du sol est comprise entre 20 et 35 %, le sol constitué d'éboulis calcaires mal fixés.

Nous avons schématisé ci-dessous (schéma 8) la situation respective des divers aspects du groupement à *Bupleurum spinosum* et *Astragalus Numidicus*.

L'évolution de la végétation à partir de la Cédraie répond donc à deux aspects différents. L'un aboutit à la sous-association à *Astragalus* par l'intermédiaire de la sous-association à *Cytisus Balansae*, il répond au schéma classique sur le flanc sud de la chaîne où la Cédraie mixte à Chênes verts répond à un étage méditerranéen sub-humide; l'autre, au contraire, conduit directement à la sous-association à *Astragalus* à partir de la Cédraie pure. C'est ce qui se passe presque partout sur la chaîne. La sous-association à *Juniperus* représente un stade intermédiaire dans la restauration de la Cédraie qui correspond ici indiscutablement à un étage méditerranéen humide.

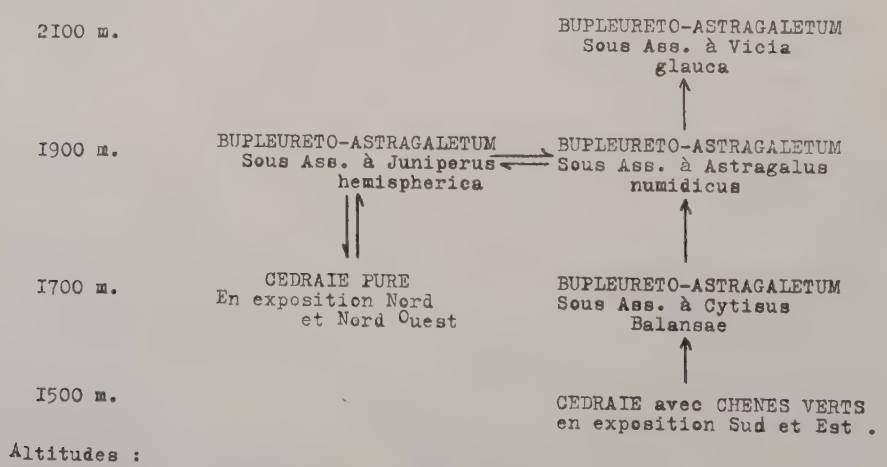



Schéma 8.

C'est certainement avec les garrigues culminales aurasiennes à *Erinacea* que le Bupleureto-Astragaletum présente ses plus grandes affinités floristiques. Toutefois la prédominence des hémicryptophytes dans le groupement

kabyle ainsi que la présence de *Juniperus communis* suggère un rapprochement avec l'association à *Arenaria pungens* et *Vicia glauca* du Haut Atlas siliceux plutôt qu'avec le VELLETUM MAIREI calcicole. C'est d'ailleurs, avec la sous-association à *Festuca indigesta* du premier de ces deux groupements que les homologies sont les plus importantes. C'est-à-dire avec les garrigues montagnardes mégalatlasiques occupant les portions les plus arrosées de la chaîne. Les affinités existant entre le BUPLEURETO-ASTRAGALETUM kabyle pourtant calcicole et la sous-association à *Festuca indigesta* de l'ARENARIETO-VICIETUM sont donc surtout la conséquence d'une nette convergence des facteurs climatiques estivaux. La mise en parallèle du GENISTETO-JUNIPERETUM nevadéen confirme d'ailleurs encore cette façon de voir. Les facteurs climatiques régissant entre 1 800 et 2 500 m les groupements de garrigues altimontaines sur la Sierra Nevada sont en effet très comparables à ceux qu'accuse le BUPLEURETO-ASTRAGALETUM, aussi la physionomie générale des groupements végétaux sur ces deux chaînes est très comparable; le Djurdjura présente même, semble-t-il du point de vue floristique plus d'analogie avec la Sierra Nevada qu'avec le Haut Atlas; à propos du groupement étudié ici les vicariantes suivantes méritent d'être signalées : *Festuca ovina* ssp. *frigida* var. *Djurdjurae* et *Festuca ovina* ssp. *frigida* var. *frigida*, *Poa ligulata* ssp. *Djurdjurae* et *Poa ligulata* ssp. *ligulata*.

b) Association à ***Anthyllis montana*** et ***Helianthenum canum.***

Bien qu'extrêmement localisé, ce groupement n'en présente pas moins un intérêt considérable; il établit en quelque sorte un terme de transition entre l'Ordre des ERINACETALIA et celui spécifiquement nord-méditerranéen des ONONIDETALIA STRIATAE. En effet, de toutes les associations de garrigues montagnardes nord-africaines, c'est de très loin celle qui présente les affinités les plus étroites avec les groupements homologues de la bordure nord du bassin méditerranéen occidental.

L'association à *Anthyllis montana* et *Helianthemum canum* est très étroitement cantonnée sur les calcaires dolomitiques en plaquettes du Trias moyen. Bien développée sur la butte qui domine à l'ouest la dépression de l'Anou Boussouil ainsi que sur la ligne de crêtes au sud-ouest de l'Azrou Gougane, elle se retrouve çà et là sur toute la chaîne dans les portions où affleurent les marnes dolomitisées liasiques; nous l'avons rencontrée près du Tizi n'Cennad et sur les larges écailles qui percent çà et là la carapace compacte des crêtes de l'Haïzer. Elle se retrouve également sur les crêtes dolomitisées du Dj. Takoucht et du Ta Babor.

Nos relevés proviennent des localités suivantes :

1–2 — Dépression de l'Anou Boussouil, entre les signaux 1 740 et 1 716 : 100 m² – E. - N. – R. 60 % – I. 20 % (1 700-1 710 m).

3 — Tizi n'Cennad, au pied des rochers dominant le Tiet n'Serdamt : 10 m² – E. - E. – R. 60 % – I. 5 % (1 900 m).

4 — Crête de l'Haïzer, près de la Dent du Lion : 10 m² – E. - N. – R. 60 % – I. 10 % (2 080 m).

5 — Versant N.-W. du Tamgout sous le signal 2018 : 50 m² – E. - W. – R. 35 % – I. 15 % (2 000 m).
6 — Gouffre de l'Akouker, sur la crête : 100 m² – E. - N. – R. 45 % – I. 15 % (1 960 m).
7 — Tababor. Crête culminale (1 950 m).

Nous avons retenu trois espèces pour caractériser ce groupement. Toutes trois bien représentées dans l'association dont elles sont exclusives sur le Djurdjura méritent une mention spéciale :

*Helianthemum canum* n'a été rencontrée en Afrique du Nord que sur le Djurdjura, le piton terminal du Tichchoukt sur le Moyen Atlas et le J. Rhat, encore au Maroc est-il toujours rare.

*Anthyllis montana* possède dans cette association ses seules stations nord-africaines; il fait également défaut dans toute l'Espagne méridionale, mais se rencontre par contre, dans toute la péninsule Italique. *Saponaria depressa* est également commune au Djurdjura et à l'Apennin central calcaire.

Les caractéristiques de l'Alliance sont bien représentées et tout spécialement *Scabiosa crenata* et *Festuca ovina* ssp. *frigida* var. *Djurdjurae*.

Deux faciès principaux méritent d'être distingués dans l'association; l'un appauvri où manque *Anthyllis montana* et *Saponaria* établit la transition entre l'Helianthemeto Anthyllidetum et le Bupleureto-Astragalatum, l'autre au contraire floristiquement bien individualisé représente l'aspect typique de l'association.

Les facteurs climatiques qui régissent le groupement étudié ici ne diffèrent pas de ceux qui ont été envisagés à propos de l'association précédente. La discrimination sociologique est, nous l'avons dit, sous la dépendance absolue de facteurs édaphiques. Toutefois, sur les dolomies en plaquettes qui hébergent l'association à *Helianthemum canum* et *Anthyllis montana*, ne s'individualise aucun horizon pédologique évolué humifère.

L'analyse chimique nous a fourni là les teneurs moyennes en cation Ca et Mg suivantes (5 mesures) :

| | |
|---|---|
| Ca. . . . . | 24 % |
| Mg . . . . . | 17 % |

Cette association dolomiticole très spéciale ne présente pas de rapports évidents avec les groupements végétaux orophiles nord-africains que nous avons eu l'occasion d'étudier, elle ne présente de plus aucun rapport avec les groupements dolomiticoles sud-espagnols; il faut situer actuellement ses affinités les plus étroites avec l'association à *Aster alpinus* var. *dolomiticus* et *Anthyllis montana* qui se localise sur les dolomies érodées jurassiques dans la région des Causses cévenols. En effet, sur les 40 espèces qui constituent l'Helianthemeto-Anthyllidetum kabyle, 16 se retrouvent dans le groupement caussenard où figurent précisément parmi les caractéristiques, *Anthyllis montana*, *Hélianthemum canum*, *Alyssum montanun*, *Jurinea humilis*, tous abondants sur le groupement kabyle étudié ici.

Si les affinités sont grandes entre l'Helianthemeto-Anthyllidetum et l'Astereto-Anthillidetum, il existe probablement sur l'Apennin central (Magina en part.) comme permettent de le penser les listes d'herborisation, un

groupement encore plus proche de l'association kabyle, puisque existent en particulier côte à côte dans ce massif : *Anthyllis montana, Helianthemum canum, Saponaria depressa, Scabiosa crenata.*

Du point de vue phytosociologique systématique, l'HELIANTHENETO-ANTYLLIDETUM doit s'inscrire encore dans l'Ordre des ERINACETALIA. La présence de *Cerastium Boissieri, Berberis hispanica, Jurinea humilis, Erysimum Bocconei* le prouve, mais ce cortège est très appauvri vis-à-vis de celui qui caractérise en Afrique du Nord les autres associations appartenant à l'Ordre des ERINACETALIA. La présence à son niveau de *Helianthemum canum* et d'*Anthyllis montana*, suggère des affinités avec l'Ordre des ONONIDETALIA dont ces deux espèces sont ici des transgressives. De toutes les associations de garrigues et de pelouses orophiles nord-africaines, l'HELIANTHEMETO-ANTHYLLIDETUM est indiscutablement celle qui présente le plus de rapports avec les associations homologues du Midi français. Le Djurdjura est d'ailleurs par son climat général, le moins africain des massifs montagneux que nous ayons étudiés.

c) Association à ***Ranunculus millefoliatus*** et ***Alyssum spinosum.***

Les calcaires compacts du lias inférieur, blancs ou gris clairs en général, faiblement dolomitisés, qui constituent sur plus de 300 m d'épaisseur la ligne de crêtes de l'Haïzer et de l'Akouker hébergent un groupement végétal endémique très spécial dont la constitution floristique traduit les affinités orophiles très nettes. Il s'agit de l'association à *Ranunculus millefoliatus* et *Alyssum spinosum.*

Ce groupement assez hétérogène se rencontre entre 1 800 et 2 300 m dans les fissures et les lappiaz; son recouvrement est toujours faible, 15 à 30 % au maximum et les Hemicryptophytes y jouent un rôle important.

Nous en possédons 10 relevés; ils proviennent des localités suivantes :

1 — Haïzer, plateau des Dolines, sous la Dent du Lion : 20 m² – E. - N. – R. 25 % – I. 7 % (2 080 m).
2 — Haïzer, plateau des Dolines, flanc N. du J. Tachgagalt : 50 m² – E. - N.-E. – R. 20 % – I. 15 % (2 020 m).
3 — Haïzer, Crêtes au N. du Tizi Goulmin : 50 m² – E. - N. – R. 20 % – I. 20 % (1 950 m).
4 — Tizi n'Cennad : rocailles au N. du col : 100 m² – E. - S. – R. 20 % – I. 15 % (2 000 m).
5 — J. Icetcifen, flanc S. : 50 m² – E. - S. – R. 15 % – I. 20 % (2 050 m)
6 — Akouker, flanc W du Ras Timédouine : 100 m² – E. - W. – R. 20 % – I. 15 % (2 250 m.)
7 — Akouker : 1 km à l'est du Ras Timédouine, crête : 50 m² – E. - N. – R. 15 % – I. 5 % (2 180 m).
8 — Azrou Gougane, flanc E. : 20 m² – E. - E. – R. 15 % – I. 10 % (2 050 m).
9 — Dépression de l'Anou Boussouil, sous le signal 1 740 : 20 m² – E. - N. – R. 10 % – I. 35 % (1 730 m).
10 — Dépression de l'Anou Boussouil, sous le signal 1 716 : 20 m² – E. - N. – R. 15 % – I. 40 % (1 710 m).

Nous avons retenu 7 espèces comme caractéristiques. Sur celles-ci, quatre existent sur l'ensemble de l'aire de l'association, ce sont : *Ranunculus mille-*

| Numéro des relevés : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Caractéristiques de l'association à *Ranunculus millefoliatus* et *Alyssum spinosum* : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ranunculus millefoliatus* | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Alyssum alpestre* ssp. *serpyllifolium* | 1 | 1 | + | 1 | 1 | 1 | 1 | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Linaria tristis* | + | . | . | . | . | + | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Mattia gymnandra* | + | 1 | 1 | + | 1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Alyssum spinosum* | 1 | 1 | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Astragalus depressus* | . | + | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Juniperus Sabina* | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Caractéristiques de l'association à *Helianthemum canum* et *Anthyllis montana* : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Helianthemum canum* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | . | . | . | . | . |
| *Anthyllis montana* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 3 | + | + | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . | . |
| *Saponaria depressa* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . |
| Caractéristiques de l'association à *Pimpinella Tragium* var. *Djurdjurae* et *Senecio Gallerandianus* : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Pimpinella Tragium* var. *Djurdjurae* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| *Senecio Gallerandianus* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | 1 |
| *Arenaria grandiflora* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *Erodium cheilanthifolium* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 | 1 |
| *Bunium Chaberti* | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | + |
| *AEthionema ovalifolium* ssp. *Thomasianum* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + |
| *Ononis aragonensis* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Festuca atlantica* var. *genuina* | . | + | + | + | 1 | + | . | . | 1 | 1 | . | 1 | . | 1 | 1 | . | 1 | . | . | . | + | + |
| *Festuca algeriensis* | . | . | 1 | + | + | 1 | 1 | 1 | 1 | . | . | 1 | 1 | 1 | . | + | . | 1 | . | . | . | 1 |
| *Festuca ovina* var. *Djurdjurae* | + | . | . | . | . | . | + | + | . | . | 1 | . | 1 | . | . | + | . | . | . | . | + | . |
| *Scabiosa crenata* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | + | . |
| *Leontodon Djurdjurae* | . | 1 | + | + | . | . | + | . | . | . | . | . | 1 | . | 1 | . | . | . | . | 1 | 1 | + |
| *Euphorbia luteola* | . | . | . | + | + | 1 | . | . | . | + | . | 1 | 1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| *Prunus prostrata* | 1 | 1 | + | . | 1 | 1 | + | + | . | 1 | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| *Erysimum Bocconei* | . | + | + | + | . | + | 1 | + | . | + | . | . | + | . | . | 1 | 1 | . | 1 | 1 | . | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cerastium Boissieri* | . | . | + | + | . | 1 | + | + | . | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | . | + | . | 1 | 1 | 1 | + |
| *Berberis hispanica* | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | + | + | + | 1 | + | . | . | . | . | . |
| *Jasione humilis* | . | . | . | . | . | . | 1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | + | + |
| *Bupleurum spinosum* | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . | . | 1 | 1 | . |
| *Jurinea humilis* | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 1 | . | + | 1 | + | . | . | . | . | . | . |
| *Erinacea pungens* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . |
| *Valeriana tuberosa* | + | . | + | + | . | . | . | + | + | + | . | . | . | + | + | . | . | + | . | + | + | + |
| *Inula montana* | . | . | 1 | 1 | . | 1 | . | + | . | . | + | . | 1 | . | + | + | 1 | . | . | . | . | + |
| *Catananche caerulea* | . | . | 1 | . | . | + | 1 | 1 | 1 | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 |
| *Avena Bromoides* | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | 1 | 1 | . | + | . | . | . | . | + |
| *Euphorbia nicaeensis* | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | 1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| *Alyssum montanum* | . | . | 1 | 1 | 1 | . | + | . | + | . | . | . | 1 | + | + | + | . | . | . | + | . | . |
| Compagnes principales : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Astragalus armatus* ssp. *numidicus* | 1 | + | . | . | + | + | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Saxifraga tridactylites* | . | . | + | . | + | + | + | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| *Tulipa Celsiana* | . | . | . | 1 | 1 | . | 1 | + | . | + | . | . | 1 | . | . | . | . | + | + | 1 | . | + |
| *Juniperus communis* ssp. *hemispherica* | . | . | 1 | . | + | + | + | + | + | + | . | . | 1 | . | 1 | . | + | . | . | . | . | . |
| *Thymus kabylicus* | . | . | . | + | 1 | . | . | . | + | . | 1 | + | + | . | . | 1 | 1 | + | . | 1 | . | 1 |
| *Anthemis pedunculata* | . | . | . | 1 | . | + | + | . | . | + | . | . | . | + | . | + | . | . | . | + | . | . |
| *Festuca triflora* | + | . | . | 1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Trisetaria flavescens* | . | . | 1 | 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| *Seseli nanum* | . | . | . | . | 1 | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 1 |
| *Sedum album* | . | . | + | . | . | + | 1 | 1 | . | . | . | + | 1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| *Taxus baccata* | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Atractylis caespitosa* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | 1 | + | . | . | . | + | . | . | . |
| *Plantago mauritanica* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | 1 | . | 1 | 1 | + | . | . | . | . | . |
| *Alsine verna* ssp. *kabylica* | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | 1 | . | + | + | . | . | + | . | . | + | . | + |
| *Bellis silvestris* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 1 | . | . | . | + | . | . | . |
| *Poa bulbosa* | . | + | + | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 1 | . | 1 | 1 | 1 | . | 1 |
| *Polygala nicaeensis* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | + | . | . | + | . | . | . |
| *Draba hispanica* | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . |
| *Helianthemum vulgare* | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | + | . | + | + |
| *Asperula aristata* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | + | + |

Tabelau XX.

*foliatus*, *Alyssum alpestre* ssp. *serpyllifolium*, *Linaria tristis* ssp. *marginata* et la solanée endémique *Mattia gymnandra*. Deux sont localisées sur les crêtes de l'Haïzer : *Alyssum spinosum* et *Astragalus depressus*, une sur une crête proche de l'Azrou Gougane : *Juniperus sabina*.

Il s'agit là en général d'orophytes méditerranéens répandus sur tous les sommets nord-africains; *Astragalus depressus* traduit au contraire des affinités européennes L. *Juniperus sabina* enfin, trouve là son unique station algérienne. Découvert en 1947 par SACCARDY, il occupe une butte située sur le revers occidental et les dépressions de l'Anou Boussouil.

Du point de vue floristique, il est possible de discerner deux sous-associations à l'intérieur du RANUNCULETO-ALYSSETUM. Entre 1 900 et 2 300 m, *Astragalus depressus*, *Alyssum spinosum* sur l'Haïzer et *Juniperus sabina* sur l'Akouker, permettent d'individual ser une sous-association à *Astragalus depressus*. Entre 1 600 et 1 900 m, seuls des critères négatifs différencient l'ensemble floristique représentant la sous-association à *Linaria marginata*.

L'association à *Ranunculus millefoliatus* et *Alyssum spinosum* se rattache à l'Ordre des ERINACETALIA plus nettement que l'HELIANTHEMETO-ANTHYLLIDETUM décrit plus haut.

Du point de vue édaphique, le RANUNCULETO-ALYSSETUM colonise les fentes étroites qui entaillent les calcaires compacts culminaux du Djurdjura et où s'accumulent des débris organiques parfois abondants; les conditions écologiques sont là très particulières, humidité importante entretenue par les amas de neige qui séjournent souvent à proximité, au fond de dolines étroites ou de grottes à neige, températures estivales relativement basses, ventilation intense, tous ces facteurs contribuent à intensifier la singularité du micro-climat de ce groupement.

Le RANUNCULETO-ALYSSETUM ne présente aucune tendance à l'évolution, il constitue un climax à la fois édaphique et climatique spécial aux hautes crêtes rocheuses dénudées du Djurdjura.

d) Association à ***Pimpinella Tragium*** var: ***Djurdjurae*** et ***Senecio Gallerandianus.***

Cette association floristiquement très bien individualisée, puisque nous avons pu retenir 7 espèces pour la caractériser, n'occupe qu'une aire fort réduite : le piton terminal du Tamgout de Lalla Khedidja. Nous avons pu en recueillir 6 relevés; ils proviennent tous de stations très voisines puisque l'aire totale de répartition de l'association à *Pimpinella Djurdjurae* et *Senecio Gallerandianus* se situe en totalité dans une circonférence de 4 km de diamètre au maximum.

Elle occupe en effet d'une façon absolue les calcaires en dalles du lias supérieur qui couronnent le Tamgout, nous ne l'avons pas rencontré ailleurs.

Sa composition floristique a été établie dans le tableau XX ci-après.

Les diverses espèces que nous avons retenues pour caractériser l'association possèdent des valeurs biogéographiques hétérogènes. Deux sont des endémiques kabyles : *Bunium Chaberti* exclusif de l'association, et *Pimpinella Battandieri* qui se retrouve çà et là sur toute la chaîne. *Senecio Gallerandianus*

est commun au sommet du Tamgout aux Babors et à quelques points des Aurès. *Robertia taraxacioides* découvert sur le Tamgout par MAIRE est commun à la Corse, aux Apennins et au Djurdjura; *Arenaria grandiflora* ne sort pas de ce groupement sur le Djurdjura. Enfin, *Erodium cheilanthifolium*, *Aethionema ovalifolium* var. *Thomasianum* et *Ononis Aragonensis* trouvent là une de leur unique station sur les montagnes kabyles. Ces trois espèces sont des caractéristiques de l'Ordre des ERINACETALIA et ne possèdent ici que la valeur de transgressives. Leur présence sur les crêtes du Lalla Khedidja, alors qu'elles font défaut partout ailleurs sur le Djurdjura ne traduit en fait sans doute là qu'un micro-climat nettement plus sec durant l'été qu'ailleurs sur la chaîne et donc plus favorable au développement des caractéristiques de l'Ordre des ERINACETALIA. Le Tamgout est, en effet, situé très nettement au sud de la ligne de crêtes et des influences marines y arrivent très diminuées pendant l'été. *Ononis aragonensis* est d'ailleurs en Afrique du Nord caractéristique transgressif de l'Ordre des ERINACETALIA. Beaucoup plus fréquent en Espagne méridionale et orientale, il caractérise là l'Alliance XERO-ACANTHION.

### e) *Les garrigues à xerophytes épineux sur les sommets de l'Aurès.*

Les crêtes culminales des J. Chéliah et Mahmel sont occupées au-dessus de 2 200 m environ par des formations érinacéoides très denses où dominent *Erinacea pungens* et *Cytisus Balansae*. Toutefois sur l'Aurès, les garrigues altimontaines à xérophytes épineux sont très loin de revêtir la même importance que sur le Djurdjura. Elles présentent également une grande homogénéité dans leur cortège floristique, et, il nous a été seulement possible jusqu'à présent d'y décrire une seule association. Nous ne possédons malheureusement qu'un nombre réduit de relevés, nos séjours sur l'Aurès ayant été toujours compromis par l'insécurité, croissante depuis ces dernières années, de toute cette région.

Les garrigues culminales à xérophytes épineux sur les Aurès, répondent à l'association à *Erinacea pungens* et *Festuca deserti* ssp. *aurasiaca*. Nous possédons 5 relevés de cette association. Ils proviennent tous des crêtes culminales du J. Cheliah.

Du point de vue floristique cette association est individualisée vis-à-vis des autres groupements numides de garrigues altimontaine, par l'abondance de *Erinacea pungens* et de *Cytisus Balansae*. Pour cette raison, nous avons rangé ces deux espèces parmi les caractéristiques de l'association. Y figurent encore, *Festuca deserti* dans sa sous-espèce endémique *aurasiaca*, *Vicia glauca* dans sa variété endémique *aurasiaca*, *Seseli nanum*, *Potentilla pennsylvanica* et *Helichrysum lacteum*. La composition floristique de l'association est donnée ci-dessous.

Bien que nous ne possédions encore que des documents trop réduits sur cette association, il est toutefois possible de formuler dès à présent quelques remarques.

L'association à *Erinacea* et *Festuca aurasiaca* est de toutes celles que nous avons pu étudier en Algérie, celle qui se rapproche le plus, tant du point de vue floristique que physionomique des garrigues à xérophytes épineux du

Haut Atlas marocain. Il a été précisé plus haut (cf. P. ) les raisons de cette particularité. Certes, du point de vue phytosociologique, l'Erinaceeto-Festucetum appartient encore indiscutablement à l'Alliance Festucion Algeriensis. En effet, les espèces suivantes caractéristiques de l'Alliance y sont relativement fréquentes; *Festuca atlantica* var. *genuina*, *Festuca ovina* ssp. *frigida*, *Euphorbia luteola*, *Scabiosa Crenata*, mais cette association occupe là une place spéciale et paraît très précisément établir la transition entre les garrigues à xérophytes épineux numides et marocaines.

Il est fort peu probable que la garrigue culminale aurasienne constitue un étage spécial de végétation; elle paraît, en effet, consécutive à la disparition de la Cédraie sur ces sommets, où la forêt est en équilibre précaire; sur le Chéliah en particulier, des Cèdres isolés atteignent pratiquement le sommet.

C'est sans doute avec les formations érinacéoïdes des plateaux du Moyen Atlas, que cette association présente ses plus grandes analogies, mais l'étude des garrigues à xérophytes épineux sur les Causses mésatlasiques déborde du cadre de ce travail car, elles ne représentent nulle part un horizon asylvatique. Pour cette raison d'ailleurs le groupement aurasien méritait à peine, si ce n'est à titre comparatif, d'être étudié ici.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Erinacea pungens* | 5 |
| *Cytisus Balansae* | 5 |
| *Festuca deserti* ssp. *aurasiaca* | 3 |
| *Seseli nanum* | 3 |
| *Helichrysum lacteum* | 3 |
| *Potentilla pensylvanica* | 3 |
| *Vicia glauca* var. *aurasiaca* | 2 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Festuca altantica* var. *genuina* | 4 |
| *Euphorbia luteola* | 3 |
| *Scabiosa crenata* | 1 |
| *Festuca ovina* ssp. *frigida* | 2 |
| *Bupleurum spinosum* | 5 |
| *Prunus prostrata* | 4 |
| *Cerastium Boissieri* | 3 |
| *Jasione humilis* | 3 |
| *Erysimum Bocconei* | 5 |
| *Calamentha granatensis* | 3 |
| *Berberis hispanica* | 4 |
| *Scorzonera pygmaea* | 2 |
| *Catananche coespitosa* | 3 |
| *Juniperus thurifera* var. | 1 |
| *Teucrium Polium* | 1 |
| *Ononis cenisia* | 3 |
| *Ranunculus gramineus* | 1 |
| *Inula montana* | 1 |
| *Avena bromoides* | 1 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Anthemis tuberculata* | 4 |
| *Thymus Mumbyanus* | 4 |
| *Seriola laevigata* | 4 |
| *Melica Cupani* | 3 |
| *Sedum amplexicaule* | 3 |
| *Poa bulbosa* | 3 |
| *Hutchinsia petraea* | 3 |
| *Saxifraga carpetana* | 3 |
| *Juniperus communis* var. | 2 |
| *Paronychia* sp. | 2 |
| *Arenaria grandiflora* | 2 |
| *Paronychia capitata* | 2 |
| *Bromus tectorum* | 2 |
| *Polycarpon Bivonae* | 2 |
| *Silene atlantica* | 2 |

## CHAPITRE III

# LES GROUPEMENTS NITROPHILES

Nous avons déjà signalé la présence sur le Haut Atlas calcaire d'un groupement nitrophile essentiellement caractérisé par *Malva sylvestris* var. *subacaulis;* l'exploration phytosociologique de la portion siliceuse de la chaîne nous a montré que le même groupement s'y rencontrait.

Essentiellement liée aux reposoirs de troupeaux, dans des stations à sol saturé de nitrates et de matériel organique, d'ailleurs en général assez riche en humidité, car c'est presque toujours au pied de falaises légèrement surplombantes que sont parqués les moutons, le Malvetum Subacaulis doit être rattaché à l'Alliance Onopordion typiquement oro-européenne, puisqu'elle groupe la végétation des reposoirs de troupeaux sur les régions montagneuses de l'Europe occidentale.

L'association à *Malva subacaulis* est sans doute avec le Poeto-Veronicetum (tourbières à Cypéracées), le groupement végétal présentant les plus grandes affinités floristiques avec les populations végétales homologues européennes; la raison majeure doit en être recherchée dans les exigences écologiques de ces groupements. En effet, qu'il s'agisse de l'association nitrophile des reposoirs de troupeaux ou de la tourbière à Cypéracées, un très petit nombre de facteurs, d'ailleurs toujours édaphiques, rendent compte de leur présence sous le climat général des montagnes nord-africaines. Dans le chapitre étudié ici, il s'agit à peu près uniquement de la haute teneur du sol en nitrates et en matériel organique. L'analogie absolue sur le Haut Atlas de ce type de végétation sur substrat siliceux gréseux ou calcaire montre à quel point est prédominente l'action des facteurs édaphiques déterminant l'association.

Il est d'autre part, intéressant de constater que ces associations dépendant étroitement d'un facteur écologique précis sont celles qui possèdent l'aire de distribution la plus vaste.

Comme nous avons pu le montrer déjà, l'établissement des spectres ethologique et géographique de recouvrement de cette association montre nettement son appartenance à la végétation de type européen; la prédominance des Thérophytes à ce niveau confirme encore cette opinion, car, comme l'a déjà établi Emberger, l'un des caractères essentiels de la végétation oro-méditerranéenne est la très faible représentation de ce type biologique.

Nous possédons 15 relevés de l'association à *Malva sylvestris* var. *subacaulis*. Ils proviennent des localités suivantes :

1 — Plateau du Tichka, reposoirs de troupeaux (2 800 m-5 m²).
2 — Plateau du Tichka, reposoirs de troupeaux (2 950-25 m²).
3 — Près du refuge Neltner (3 100 m-25 m²).
4 — J. Bou Ourioul (2 450 m-30 m²).
5 — J. Rhat (2 600 m-60 m²).
6 — J. Rhat (2 600 m-50 m²).
7 — J. Rhat (2 850 m-20 m²).
8 — J. Rhat (2 950 m-20 m²).
9 — J. Ayachi, près du Tizi n'Tserdount, 2 800 m-50 m²).
10 — J. Bou Naceur, 2 900 m-60 m²).

Localisée entre 2 800 et 3 500 m, cette association dont le recouvrement n'excède pas 15 % sur substrat calcaire et peut au contraire atteindre 80 % sur substrat granitique (J. Tichka) est caractérisée par trois micro-endémiques atlasiques :

*Malva sylvestris* var. *subacaulis*
*Anacyclus pyretrum* var. *depressus*
*Hutchinsia procumbens* var. *diffusus* fo. *stenocarpus*.

Nous avons également rangé parmi les caractéristiques de cette association *Onopordon acaule* existant encore sur les montagnes espagnoles et les Pyrénées, et qui caractérise d'après Braun Blanquet une sous-association de l'*Onopordetum acanthii* localisée sur les Pyrénées orientales, floristiquement et écologiquement homologue du Malvetum Subacaulis atlasique.

Bien que constituée exclusivement de Thérophytes et d'Hemicryptophytes, le Malvetum Subacaulis ne présente qu'une valeur pastorale à peu près négligeable, il est dédaigné par les troupeaux. Son peu d'étendue sur les Atlas ne permet pas de proposer, comme Braun-Blanquet l'a fait pour le Chenopodieto-Taraxacetum pyrénéen, une technique de mise en valeur relativement onéreuse. Toutefois, les réserves de nitrates et d'humus qui s'y accumulent mériteraient de servir à améliorer les pâturages environnants lorsqu'il s'agit comme par exemple sur le plateau du Tichka ou dans la haute Reraya de pozzines à Nard ou mieux encore de pâturages plus secs à *Festuca marocana*

— Caractéristiques de l'association :

*Malva silvestris* var. *subacaulis* . . . . . 5
*Hutchinsia procumbens* var. *diffusus* fo. *stenocarpus* . . . . . 4
*Onopodon acaule* . . . . . 4
*Anacyclus pyrethrum* var. *depressus* . . . . . 3

— Caractéristiques des unités supérieures :

*Bromus tectorum* . . . . . 4
*Asperugo procumbens* . . . . . 2
*Sisymbrium sophia* . . . . . 3
*Hyosciamus niger*. . . . . 1
*Chenopodium album*. . . . . 3

*Chenopodium vulvaria* . . . . . 3
*Atriplex patula* . . . . . 3
*Capsella rubella* . . . . . 3
*Hordeum leporinum* . . . . . 3
*Diplotaxis tenuisiliqua* . . . . . 2
*Dinaria hederefolia* . . . . . 2
*Lamium amplexicaule* . . . . . 2
*Sisymbrium orientale* . . . . . 2
*Galium aparine* . . . . . 2
*Bromus sterilis* . . . . . 2

CHAPITRE IV

# LES GROUPEMENTS HYGROPHILES

Nous groupons dans ce chapitre, une série de groupements végétaux, dont les caractères communs se réduisent à une exigence très stricte vis-à-vis du facteur hydrique. C'est dire qu'ils seront toujours localisés sur le bord des torrents ou dans les portions les plus mouillées des pozzines suintantes.

De par leur composition floristique, il est possible de distinguer là quatre grands types d'associations. Ce sont :

— des groupements à hautes herbes (Mégaphorbiées) ;

— des groupements de tourbières à laîches ;

— des groupements rivulaires et fontinaux ;

— des groupements de mare transitoire.

## I. — LES GROUPEMENTS A HAUTES HERBES

### (Mégaphorbiées)

Sous le terme de mégaphorbiées proposé par John Briquet, on a coutume de grouper la végétation vigoureuse, composée à peu près exclusivement d'Hémicryptophytes, colonisant les stations humides aérées riches en humus, sur tous les systèmes montagneux européens. Étudiées en Scandinavie, sur les Alpes, les Pyrénées, les Carpathes et les Alpes dinariques par de nombreux auteurs, nous avons eu l'occasion d'aborder l'étude de ce type de végétation sur la Sierra Nevada.

En Afrique du Nord, le premier, Maire a décrit du Haut Ourika l'association à *Festuca Mairei* et *Cirsium chrysacanthum* (1 relevé, 1924) qui n'est pas sans analogies physionomiques du moins, avec les mégaphorbiées européennes. Dans les travaux ultérieurs de Maire, Humbert, Emberger, Braun-Blanquet relatifs à la haute montagne marocaine, des groupements végétaux du même type ont été souvent cités; nous avons essayé ci-dessous à la suite de nos propres recherches de les systématiser et de les grouper en associations floristiquement homogènes et statistiquement significatives.

***

Il n'est pas sans intérêt de chercher à établir tout d'abord les caractères généraux des mégaphorbiées nord-africaines :

— *Du point de vue physionomique,* il s'agit d'une végétation luxuriante d'hémicryptophytes dont la vigueur n'a pas d'équivalent sur les montagnes nord-africaines. Le recouvrement est toujours égal à 100 % et la hauteur de ces herbes vivaces excède 70 cm. Deux strates peuvent être distinguées : l'une supérieure représente selon le terme de Braun-Blanquet (1948) « un massif compact de feuillage »; l'autre, herbacée dépassant tout à peine 15 cm, mal développée, végète au ras du sol.

— *Du point de vue écologique,* les mégaphorbiées sont cantonnées en Afrique du Nord entre 2 000 et 3 400 m sur le bord des ruisseaux et des suintements pérennes; elles se rencontrent également dans quelques couloirs rocheux humides ou au fond de dolines profondes. Le micro-climat local de ces stations est très spécial et comme nous l'établirons plus loin, sensiblement analogue à celui qui sollicite les groupements homologues sur les montagnes européennes.

— *Du point de vue floristique* par contre, les mégaphorbiées nord-africaines présentent un haut degré d'individualité. De nombreuses espèces ou variétés endémiques y sont localisées; mais elles appartiennent presque toutes, ainsi d'ailleurs que le contingent d'espèces compagnes qui s'y adjoignent à des lignées eurasiatiques et même orophiles européennes.

— *Du point de vue phytosociologique* enfin, il n'est pas possible de rattacher les groupements que nous avons individualisés à des unités supérieures déjà définies. L'étude comparative des associations vicariantes de la Sierra Nevada nous a amené à décrire une alliance nouvelle ERYNGION VAEIIFOLIAE.

Sur les hauts sommets des Atlas marocains, l'Alliance ERYNGION VARIIFOLIAE est représentée par deux groupements principaux, d'ailleurs fort voisins. L'un végète sur le Haut Atlas siliceux et gréseux : Association à *Cirsium chrysacanthum* et *Heracleum sphondylium* ssp. *montanum;* l'autre sur le Haut Atlas calcaire : association à *Cirsium flavispinum* et *Heracleum sphondylium* ssp. *Embergeri*. Toutes deux sont fréquentes et comportent diverses sous-associations au faciès accusant le plus souvent d'étroits parallélismes.

L'Alliance ERYNGION VARIIFOLIAE telle que nous avons pu la définir occupe toutes les hautes chaînes marocaines. Les documents que nous possédons ne permettent pas d'affirmer si elle se retrouve sur les hauts sommets de la cordillère Bétique. Elle fait également défaut sur les montagnes de Numidie.

De toute façon, sur le Haut Atlas et le Moyen Atlas oriental, les espèces ci-dessous permettent de la caractériser :

*Hypochoeris angustifolia*
*Aquilegia vulgaris* var. *Balii*
*Rumex Ginii*
*Eryngium variifolium*
*Chaerophyllum atlanticum*
*Mentha sylvestris* ssp. *Timija*
*Festuca Mairei* var.
*Campanula Mairei* var. *atlancica* fo. *elata.*

Sur ces cinq espèces, trois (les dernières) ne constituent que des écotypes spécialisés d'espèces accusant une large amplitude écologique; il s'agit alors de micro-endémique : *Aquilegia vulgaris* var. *Balii* est par exemple une race géographique localisée sur les montagnes marocaines de cette espèce polymorphe. *Eryngium variifolium* constitue une endémique d'espèce, spécifiquement atlasique, et ne s'éloignant jamais des stations mouillées. Il en est de même pour *Hypochoeris angustifolia, Choerophyllum atlanticum* et *Rumex Ginii.*

L'Ordre des CIRSIETALIA FLAVISPINAE enfin, permet de réunir en un tout homogène les mégaphorbiées des Atlas et de la cordillère Bétique. Les espèces ci-dessous le caractérisent :

*Cirsium flavispinum*
*Imperatoria hispanica*
*Senecio Doria*
*Cochlearia glastifolia.*

Ces quatre espèces communes à l'ensemble de l'aire de répartition de l'association sont loin d'avoir la même signification. Seuls *Cirsium flavispinum* et *Senecio Doria* sont fréquents. *Cochlearia glastifolia* paraît faire défaut sur le Haut Atlas; *Imperatoria hispanica* par contre n'existe au Maroc que dans l'Atlas de Seksaouas.

Toutes quatre appartiennent à des lignées européennes et se retrouvent à l'état résiduel ou possèdent des vicariantes dans les mégaphorbiées alpiennes et pyrénéennes, ou dans les stations humides à moindre altitude *(Senecio Doria* et *Cochleria glastifolia)* en particulier sur les bords du Rhône.

***

De toute façon les mégaphorbiées atlasiques peuvent être regardées comme des groupements vicariants des formations européennes homologues; les modifications progressives que ces dernières présentent au fur et à mesure que l'on progresse vers le sud rendent compte des divergences considérables existant dans leur composition floristique sur les Alpes, par exemple, et sur les Atlas.

En effet, les Pyrénées accusent déjà la disparition d'une masse d'espèces jouant un rôle de premier plan sur la chaîne des Alpes. Tel est le cas en particulier de *Alnus viridis, Aconitum paniculatum, Achillea macrophylla.* Si les jalons nous manquent à travers la péninsule Ibérique, sur la Sierra Nevada, l'on retrouve encore dans les mégaphorbiées : *Chaerophyllum hirsutum, Aconitum napellus, Aconitum lycoctonum.* Inversement, sur l'Atlas sont apparues diverses espèces pour la plupart déjà signalées qui confèrent à ce type de groupement une haute individualité, individualité déjà beaucoup moins tranchée sur la Sierra Nevada où les mégaphorbiées ne possèdent qu'une seule espèce endémique : *Senecio elodes.*

Ici apparaît donc une fois encore ce remplacement progressif des orophytes typiquement européennes par des espèces spéciales de valeur biogéographique très hétérogène (ici elles appartiennent encore presque exclusivement à des lignées européennes) mais hautement caractéristiques des hautes montagnes méditerranéennes.

a) Association à ***Cirsium chrysacanthum*** et ***Heracleum Sphondylium*** ssp. ***montanum.***

C'est le groupement végétal qui se développe sur le bord des « acifs » et autour des suintements pérennes dans tout le Haut Atlas siliceux et gréseux. Signalée par Maire pour la première fois dans le Haut Ourika, nous l'avons rencontré dans tout le Haut Atlas occidental et central entre les trouées du Tizi Machou et du Tizi n'Tichka. Sur le Grand Atlas oriental il se retrouve çà et là partout où affleure le socle primitif ou les grès des Permo Trias, mais y est toujours rare et il s'agit plutôt d'un groupement établissant la transition avec l'association à *Cirsium flavispinum* et *Heracleum Sphondylium* ssp. *Embergeri.*

Un des caractères essentiels de l'ensemble végétal étudié ici est son extrême variabilité. En effet nous avons été obligés de réunir en une seule association, une série de faciès végétaux dissemblables tant par leur physionomie générale que par leurs exigences stationnelles respectives. Toutefois une analyse floristique minutieuse montre qu'il ne s'agit là que d'aspects disparates d'une association unique qu'il est possible de définir d'après des critères statistiques et écologiques. Cependant, diverses sous-associations peuvent être individualisées pour rendre compte de l'extrême variabilité de ce groupement. Il est d'ailleurs incontestable que la pauvreté de son cortège floristique significatif (on ne peut en effet donner aucune valeur phytosociologique à une importante liste d'espèces compagnes, toutes hygrophiles préférentielles, ubiquistes) représente la raison majeure de cet état de fait; le manque d'espèces caractéristiques ne permet pas, en effet, de scinder là diverses associations en se basant sur des critères floristiques.

Nous possédons 34 relevés de cette association.

Ils ont été groupés comme suit :

I. — Sous-association Typicum :

*a*) Faciès à *Cirsium chrysacanthum.*

1 — Aremd : R. 100 % – I. 5 % (2 000 m).
2 — Sidi Chamarouche : R. 90 % – I. 10 % (2 600 m).
3 — Tizi Oussem : R. 75 % – I. 5 % (2 000 m).
4 — Cascades des Azibs Tamzirht : R. 100 % – I. 15 % (2 200 m).
5 — Aremd : R. 95 % – I. 10 % (2 100 m).
6 — Aremd : R. 95 % – I. 10 % (2 100 m).
7 — Oukaimeden : R. 70 % – I. 15 % (2 700 m).
8 — Tizi n'Tichka – R. 75 % – I. 10 % (2 300 m).
9 — Siroua : R. 80 % – I. 10 % (2 800 m).
10 — Bou Ourioul : R. 75 % – I. 15 % (2 700 m).
11 — Bou Ourioul : R. 70 % – I. 15 % (2 500 m).

*b*) Faciès à *Cirsium chrysacanthum* var. *ornatum.*

12 — Affensou, 3 km en amont du village : R. 80 % – I. 10 % (2 000 m).
13 — Acif Lallou : R. 80 % – I. 5 % (2 000 m).
14 — J. Tichka, ruisseau sur le plateau : R. 100 % – I. 5 % (2 950 m).
15 — J. Tichka, ruisseau sur le plateau : R. 100 % – I. 7 % (2 800 m).

II. — Sous-association à *Cirsium chrysancanthum.*

16 — Haute Reraya, Refuge Neltner : R. 100 % – I. 20 % (3 300 m).
17 — Haute Reraya, près du Tizi n'Ouagane : R. 100 % – I. 30 % (3 450 m).
18 — Irhzer Ikibi : R. 100 % – I. 30 % (3 500 m).
19 — Amrharhas n'Igloua : R. 90 % – I. 35 % (3 600 m).
20 — Flanc N. du Tazerharht, près du couloir de neige : R. 80 % – I. 30 % (3 700 m).
21 — Près du Refuge Lepiney : R. 100 % – I. 25 % (3 300 m).

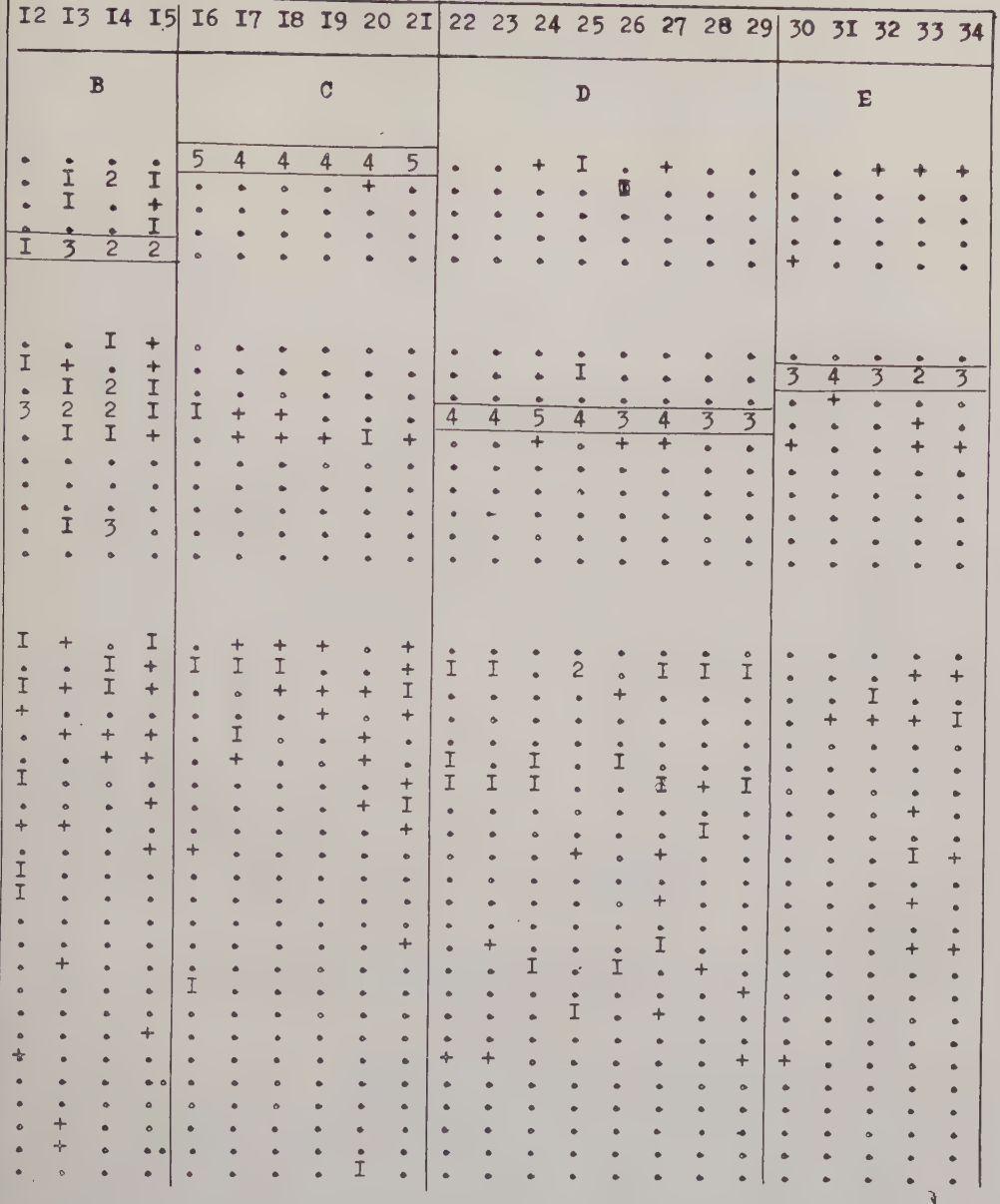
III. — Sous-association à *Festuca Mairei.*

22 — Affensou : R. 100 % – I. 5 % (2 000 m).
23 — Acif Lalou : R. 100 % – I. 7 % (1 950 m).
24 — J. Tichka : R. 100 % – I. 3 % – (2 800 m).
25 — Plan d'Aremd : R. 100 % – I. 10 % (2 000 m).
26 — Près de Sidi Chamarouche : R. 100 % – I. 20 % (2 300 m).
27 — Azibs Tamzirht : R. 100 % – I. 5 % (2 500 m).

| Numéros des relevés : | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | IO | II |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | A | | | | | |
| Caractéristiques de l'association : | | | | | | | | | | | |
| Cirsium chrysacanthum var.typicum | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | I | 2 | 2 | I | I |
| Heracleum Sphondylium var.montanum | 2 | 2 | I | 2 | I | . | + | I | + | . | . |
| Aconitum lycoctonum var. rerayense | . | . | . | 2 | I | . | + | . | . | + | . |
| Carex fissirostris | . | . | . | . | I | + | . | + | I | . | . |
| Cirsium chrysacanthum var.ornatum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | |
| Aquilegia vulgaris var. Balii | . | . | + | . | + | I | I | + | . | + | + |
| Eryngium variifolium | I | + | I | I | . | I | 2 | + | + | . | + |
| Mentha silvestris ssp. timija | . | . | I | I | + | 2 | I | . | + | I | . |
| Festuca Mairei | 3 | 2 | 2 | I | I | . | 2 | I | 2 | 2 | I |
| Campanula Mairei fo. elata | I | . | + | I | + | + | I | + | + | + | + |
| Chaerophyllum atlanticum | . | . | . | . | I | I | . | . | + | . | . |
| Rumex Ginii | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . |
| Cirsium flavispinum | . | . | . | . | . | . | . | I | + | + | . |
| Imperatoria hispanida | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Senecio Doria | . | . | . | . | . | . | I | . | . | + | . |
| Compagnes : | | | | | | | | | | | |
| Festuca rubra var. | I | . | + | + | I | . | I | I | I | . | + |
| Nasturtium aquaticum | . | . | + | I | I | I | . | I | . | + | + |
| Bellis caerulescens | . | . | + | . | + | I | + | + | I | I | I |
| Alchemilla arvensis | . | . | + | . | + | . | + | I | + | . | . |
| Anthoxanthum odoratum | . | + | I | . | I | I | . | + | + | I | . |
| Trifolium humile | I | . | . | I | + | . | . | + | I | + | . |
| Myosotis alpestris | . | . | + | . | I | + | . | . | . | + | . |
| Sedum surculosum | . | . | + | + | . | . | + | . | . | + | . |
| Helosciadium repens | . | I | . | + | + | . | I | . | . | . | I |
| Rumex pulcher | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . |
| Poa annua var. rivularis | . | . | I | . | . | + | I | + | . | . | . |
| Arrhenaterrum elatius | . | . | . | . | I | + | . | . | . | . | . |
| Sonchus aquatilis | . | + | + | . | . | I | . | . | . | + | + |
| Dactylis glomerata | . | . | . | . | . | I | . | I | . | . | + |
| Poa nemoralis | . | . | . | I | . | + | . | . | . | . | . |
| Nardus stricta | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Orchis sp. | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Leontodon autumnale | . | . | . | I | . | + | . | . | + | I | . |
| Scrofularia | . | . | . | . | . | . | I | . | . | + | + |
| Trifolium ochroleucum | . | . | . | I | . | . | + | + | . | . | . |
| Carex divisa | . | + | + | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Carex distans | . | . | . | . | II | . | I | . | . | . | . |
| Brunella vulgaris | . | . | . | . | I | + | + | . | I | . | . |
| Potentilla tornezjana | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

A: Sous ass.Typicum faciès à Cirsium chrysacanthum

TABLEAU XXI (A).




B: Sous ass. Typicum faciès à Cirsium ornatum - C: Sous ass. à Cirsium chrysacanthum - D: Sous ass. à Festuca Mairei - E: Sous ass. à Eryn-

Tableau XXI (B).

IV. — Sous-association à *Eryngium variifolium.*

28 — Tizi Oussem : R. 70 % – I. 5 % (2 000 m).
29 — Acif Lalou : R. 50 % – I. 55 % (2 000 m).
30 — J. Tichka : R. 70 % – I. 60 % (2 850 m).
31 — Sidi Chamarouche : R. 50 % – I. 30 % – (2 500 m).
32 — Haute Reraya : Isougane n'Ouagouns : R. 50 % – I. 30 % (3 000 m).
33 — Refuge Lepiney : R. 60 % – I. 30 % (3 000 m).
34 — Refuge Neltner : R. 35 % – I. 25 % (3 150 m).

1. — La sous-association Typicum existe sur toute l'aire de répartition du groupement. Dans le Haut Atlas occidental, elle est représentée par le faciès à *Cirsium chrysacanthum* var. *ornatum;* partout ailleurs il s'agit du faciès à *Cirsium chrysacanthum* var. *typicum.* Elle constitue le stade de développement optimal de cet ensemble végétal. Toutes les caractéristiques de l'association sont présentes : il s'agit de *Cirsium chrysacanthum* (sensu lato), *Heracleum sphondylium* ssp. *montanum, Aconitum lycoctonum* var. *rerayense* et *Carex fissirostris;* les caractéristiques de l'Alliance ne manquent presque jamais et plus spécialement *Festuca Mairei* et *Campanula Mairei* fo. *elata.*

L'aspect de cette sous-association est celui d'une mégaphorbiée des plus typiques. Le recouvrement est toujours égal à 100 %, la hauteur de la végétation peut excéder un mètre; il est possible de discerner deux strates très nettes; l'une supérieure constituée surtout par Cirsium, Heracleum, Aconitum, dense et opaque, fermée et hostile; l'autre, inférieure, où végètent nombre d'espèces pour la plupart compagnes, souvent étiolées et mal venues; en effet, l'humidité intense de ces stations, le faible éclairement que reçoit la strate inférieure, l'abondance de débris végétaux en cours de décomposition sont autant de facteurs favorables à l'éclosion d'un cortège important de compagnes (près de quarante, en exceptant encore les accidentelles) hygrophiles ou ubiquistes mésophiles surtout, toutes dépourvues ici de valeur sociologique notable.

L'association à *Cirsium chrysacanthum* et *Heracleum Sphondylium* ssp. *montanum* se rencontre également sur le Haut Atlas oriental où il colonise exclusivement le bord des ruisseaux permanents sur les enclaves éruptives ou gréseuses.

Nous l'avons reconnu surtout dans le massif du m'Goun (sources et pozzines de l'acif m'Goun et sources de l'acif Arrous, vallée des Aït Bou Guemmez, Tirsal).

Dans toutes ces stations, le cortège floristique du groupement est le même que dans la sous-association Typicum faciès à *Cirsium chrysacanthum;* toutefois *Cirsium* est représenté là par sa variété endémique *subornatum.*

Du point de vue stationnel, la sous-association Typicum occupe toujours les gros cailloutis fixés bordant les torrents entre 1 800 et 3 300 m environ. Il s'agit de blocs baignant dans l'eau des acifs colmatés par l'accumulation et la décomposition des vestiges du groupement; ainsi se développe dans ces interstices un humus abondant noirâtre, toujours humide où s'insinuent les appareils souterrains puissants des espèces édificatrices.

Les autres facteurs climatiques régissant cet aspect de l'association peuvent à la lumière des quelques documents que nous possédons être envisagés comme suit :

*La température* du sol ne présente que des variations assez faibles en raison de l'humidité permanente élevée qui y règne. Au cours des mois de juillet 1951-52-53, les valeurs moyennes ci-dessous ont été établies (13 mesures).

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 h. | 15 | 15 h. | 20,7 |
| 8 h. | 17 | 16 h. | 20 |
| 9 h. | 17,5 | 17 h. | 19,6 |
| 10 h. | 18 | 18 h. | 18,6 |
| 11 h. | 19,3 | 19 h. | 17,4 |
| 12 h. | 20 | 20 h. | 16,3 |
| 13 h. | 21,2 | 21 h. | 16 |
| 14 h. | 21 | | |

Ces valeurs sont très faibles vis-à-vis de celles que nous avons établies pour les garrigues à xérophytes épineux; toutes les stations où prospère ce groupement sont en effet situées sur les bords immédiats de torrents dont la température oscille entre 8 et 14°. D'ailleurs, l'établissement de courbes de perméabilité thermique montre (cf. schéma 00) une diminution très rapide de la température et une stabilisation dès la profondeur de 15 cm aux environs de 10°.

*L'humidité relative* de l'air dans l'association à 5 cm de la surface est toujours élevée; elle oscille entre 80 et 100 % et présente les variations suivantes au cours de la journée (8 mesures, juillet 1952-53) :

Le *p*H des eaux qui baignent cette association est presque toujours inférieur à 7.

Voici quelques chiffres :

| | pH | Température de l'eau |
|---|---|---|
| — Sous-association TYPICUM : | | |
| Oukaimeden (R. 7) | 6,8 | 12 |
| Siroua (R. 9) | 6,9 | 19,5 |
| Sidi Chamarouche (R. 2) | 7,1 | 12,5 |
| J. Tichka (R. 8) | 6,6 | 9,4 |
| — Sous-association CIRSIETOSUM : | | |
| Au-dessus du Refuge Neltner (R. 16) | 6,8 | 12 |
| — Facies à *Cirsium chrysacanthum* var. *ornatum* et var. *subornatum* : | | |
| Affensou (R. 12) | 7,4 | 15 |
| Sources de l'Acif m'Goun | 7,6 | 7 |

Le *p*H relativement élevé de ces dernières stations, caractérisées d'ailleurs par des variétés spéciales de *Cirsium chrysacanthum* s'explique par le fait que l'eau qui baigne l'association a été collectée dans des zones en majeure partie constituées par des affleurements calcaires.

La sous-association TYPICUM du CIRSIETUM CHRYSACANTHII représente un faciès végétal très stable, n'accusant que de faibles potentialités évolutives. Elle fait, en effet, partie de la série évolutive qui, entre 2 100 et

3 200 m environ, conduit progressivement des associations rivulaires aux garrigues à xérophytes épineux en coussinets. Apparue dès la stabilisation et l'enrichissement en débris organiques de cailloutis bordant les acifs, son évolution progressive peut conduire soit à la Nardaie si l'épaisseur de l'horizon humifère s'accroît alors que persiste une humidité suffisante; si les conditions sont moins favorables, il se constitue progressivement une prairie à *Festuca Mairei*, mais de toute façon, l'évolution vers la garrigue à xérophytes en coussinets se fait toujours par l'intermédiaire d'une pozzine sèche à POTENTILLETO-SILENETUM.

2° La sous-association à *Cirsium chrysacanthum* se développe au contraire à des altitudes supérieures à 3 200 m; elle peut s'élever à près de 3 800 m; elle n'existe que dans le Grand Atlas central où elle abonde dans les Massifs du Toubkal, de l'Ouanoukrim et du Tazerharht.

Caractérisée du point de vue floristique par des caractères négatifs, elle occupe tous les bords des acifs et des suintements, surtout à proximité des reposoirs de troupeaux, fait qui semble plaider en faveur de la nitrophilie tout au moins relative de ce groupement. Seul, *Cirsium chrysacanthum* parmi les caractéristiques, existe encore, et en abondance, car son recouvrement représente à lui seul plus de 95 % de la couverture végétale. Les caractéristiques des unités supérieures sont mal représentées, seuls *Campanula Mairei* et *Festuca Mairei* existent encore. Les compagnes sont rares, il s'agit plutôt d'ailleurs d'espèces échappées des associations voisines *(Festuca rubra, Nardus, Roripa atlantica*, etc.*)* dans certains cas d'ailleurs il s'agit en réalité de véritables peuplements purs de *Cirsium chrysacanthum*.

Les facteurs stationnels qui régissent cette sous-association, la notion d'altitude mise à part, sont analogues à ceux qui ont été envisagés à propos de la sous-association précédente.

Les facteurs climatiques sont ici encore plus rigoureux que précédemment : la température des torrents aux bords desquels se développe la sous-association est comprise entre 6 et 10°. La température du sol au cours du mois de juillet présente les variations diurnes suivantes (moyenne de 8 mesures) :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 h. . . . . | 8°5 | 16 h. . . . . | 10°5 |
| 10 h. . . . . | 10°7 | 18 h. . . . . | 8°8 |
| 12 h. . . . . | 13°4 | 20 h. . . . . | 8°4 |
| 14 h. . . . . | 13°8 | | |

(cf. aussi graphique N° 6).

L'humidité relative de l'air à 5 cm de la surface oscille encore entre 80 et 100 %; ses valeurs maxima sont situées vers 6 heures.

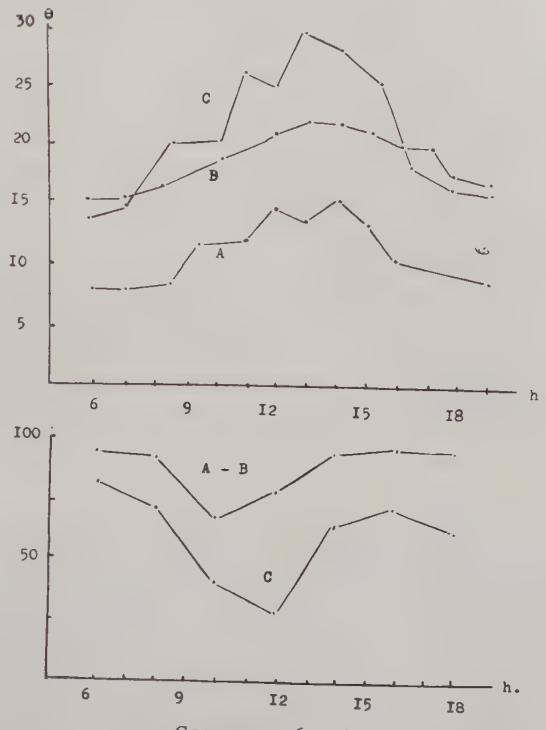
Le *p*H accuse ici encore les valeurs moyennes de 6,7.

Localisée à la portion toute supérieure de la zone des xérophytes épineux et débordant largement sur l'étage culminal, la sous-association à *Cirsium chrysacanthum* n'accuse que peu de tendance à se modifier; elle occupe des bords d'acifs et des éboulis suintants où elle peut cependant faire suite à un stade initial de conquête caractérisé par le développement du POTENTILLETUM-TORNEZYANAE. D'autre part en quelques stations privilégiées, l'accumulation de débris humiques peut entraîner l'installation progressive de pozzine alpine

à GENTIANETO-AGROSTIDETUM. De toute façon l'assèchement des éboulis ou des cailloutis où prospère le groupement à *Cirsium chrysacanthum* détermine l'installation de l'ARENARIETO-VICIETUM ALYSSETOSUM entre 3 200 et 3 500 m ou du GALIETO-VIOLETUM au-dessus de cette altitude.

3° La sous-association à *Festuca Mairei* constitue en général une ceinture plus ou moins large entourant la sous-association TYPICUM, c'est-à-dire qu'elle se développe surtout entre 1 800 et 3 100 m en des points écologiquement et stationnellement intermédiaires entre la mégaphorbiée typique et la garrigue à xérophytes épineux. La prairie à *Festuca Mairei* prospère en effet sur le bord des acifs où elle colonise les éboulis fixés à faible degré d'inclinaison et relativement humides du moins en profondeur.

Du point de vue floristique, elle est caractérisée essentiellement par la prédominance absolue dans le tapis végétal de *Festuca Mairei*, les caractéristiques de l'association et des unités supérieures sont mal représentées; ici encore il s'agit parfois de peuplements purs de *Festuca Mairei;* quelques espèces compagnes, toutes hygrophiles préférentielles se rencontrent toutefois.




GRAPHIQUES 6 ET 7.

Variations journalières de la température (en haut) et de l'humidité relative de l'air (en bas) dans le *Cirsietum Chrysacanthii*. (A) Sous-ass. *Cirsietosum*; (B) Sous-ass. *Typicum*; (C) Sous-ass. à *Festuca Mairei*. Moyennes de 10 mesures du Toubkal et du Tichka, juin-juillet 1952.

Les facteurs écologiques sollicitant la prairie à *Festuca Mairei* peuvent être, à la lumière de nos connaissances actuelles, envisagés comme suit :

— La température du sol présente là des variations d'amplitude beaucoup plus accusées que dans la sous-association TYPICUM. Si les minima nocturnes descendent en effet en juillet à moins de 13°, les maxima (vers 13 heures) dépassent 28°.

— La courbe de perméabilité thermique accuse toutefois encore une stabilisation rapide aux environs de 10° à moins de 25 cm de profondeur.

— L'humidité relative de l'air en surface du sol est ici beaucoup plus réduite que dans les sous-associations précédentes ; cet affaiblissement ne traduisant

en fait qu'une diminution considérable de la teneur en eau du sol dans les strates supérieures. Les valeurs les plus élevées se rencontrent vers 6 heures et répondent à l'heure de la journée où les phénomènes de transpiration sont les plus intenses.

La valeur phytodynamique de ce groupement a été envisagée à propos de la sous-association TYPICUM.

4° Enfin, la sous-association à *Eryngium variifolium* occupe, elle aussi, des stations très caractéristiques : il s'agit toujours de rochers suintants parfois à fort pourcentage d'inclinaison, encroûtés de tufs ou d'une faible épaisseur de mousses, riches en débris humiques. C'est-à-dire qu'elle doit être regardée comme un stade initial dans l'installation de la mégaphorbiée. Elle succède, soit à l'association fontinale à mousses, ou encore à la sous-association à *Arabis erubescens* du groupement rupicole à *Silene dyris* var. *typica* et *Silene Boryi* var. *ouensae* caractéristique des rochers suintants sur le Haut Atlas siliceux entre 2 000 et 3 100 m.

Caractérisée du point de vue floristique par le prédominance absolue d'*Eryngium variifolium*, cette sous-association ne possède qu'un cortège réduit. Dans les stations à fort degré d'inclinaison, *Hypericum coadunatum* permet d'individualiser un faciès spécial établissant la transition avec certains types d'associations rupicoles.

***

L'association à *Cirsium chrysacanthum* et *Heracleum sphondylium* ssp. *montanum*, est endémique du Haut Atlas siliceux et gréseux. Elle trouve sa vicariante très exacte sur les Atlas calcaires dans l'association à *Cirsium flavispinum* et *Heracleum sphondylium* ssp. *Embergerii ;* le tableau d'équivalence ci-dessous établi uniquement avec les caractéristiques d'association le montre clairement :

| — *Si* — | — *Ca* — |
|---|---|
| *Cirsium chrysacanthum* | *Cirsium flavispinum* |
| *Heracleum sphondylium* ssp. *montanum* | *Heracleum sphondylium* ssp. *Embergeri* |
| *Aconitum Lycoctonum* ssp. *rerayense* | *Aconitum Lycoctonum* ssp. *neapolitanum* |
| *(Senecio Doria)* | *Senecio Doria* |
| | *Senecio giganteus* |
| *Carex fissirostris* | |
| | *Plathantera algeriensis* |

En effet, mises à part, les trois dernières espèces et *Senecio Doria* qui existe, inégalement il est vrai, dans les deux associations, *Heracleum sphondylium* ssp. *montanum* et ssp. *Embergeri*, au même titre que *Aconitum Lycoctonum* ssp. *rerayense* et ssp. *neapolitanum* représentent des écotypes d'une même espèce respectivement calcifuges et calcicoles; il en est de même d'ailleurs

pour *Circium chrysacanthum* et *C. flavispinum*, mais ici la ségrégation a atteint l'étage spécifique.

Sur les sommets schisteux de la Sierra Nevada, l'association à *Aconitum Napellus* ssp. *nevadense* et *Senecio Elodes* représente également l'ordre des CIRCIETALIA FLAVISPINAE; ses rapports avec le CIRSIETUM CHRYSACANTHII mégalatlasique sont évidents, s'y retrouvent en effet : *Aconitum Lycoctonum* et *Heracleum sphondylium* ssp. *granatense;* toutefois, nous l'avons vu, le contingent en espèces européennes est beaucoup plus important sur la Sierra Nevada.

L'association à *Cirsium chrysacanthum*, bien que constituée à peu près exclusivement d'Hémicryptophytes, ne constitue qu'un pâturage des plus médiocre, seule la sous-association à *Festuca Mairei* présente un intérêt certain, bien connu d'ailleurs par les indigènes qui arrivent à étendre considérablement sa superficie dans certaines localités (Plan d'Aremd en particulier), les sous-associations TYPICUM ou à *Cirsium chrysacanthum* par contre; sont à peine visitées par les troupeaux d'ovins et de caprins; la prédominance absolue de chardons très épineux et de plantes toxiques ou riches en essence en sont la raison majeure. Seuls, les mulets acceptent parfois *Cirsium chrysacanthum*.

b) Association à ***Cirsium flavispinum*** et ***Heracium Sphondylium*** ssp. ***Embergeri.***

Cette association localisée sur substrat calcaire remplace la précédente dans le Haut Atlas et le Moyen Atlas oriental, les facteurs stationnels et écologiques qui la régissent sont à très peu de choses près les mêmes que pour le CIRSIETUM CHRYSACANTHII. La physionomie des deux associations est d'ailleurs identique et nous avons déjà signalé plus haut les étroites affinités floristiques qu'elles présentent.

Ici encore, il s'agit d'une mégaphorbiée typique qui se développe dans les cailloutis calcaires fixés, sur le bord des acifs et des sources entre 1 800 et 3 400 m. Toutefois, à haute altitude, en raison de manque de cours d'eau permanents sur les Atlas calcaires, elle se réfugie volontiers dans les fentes étroites et humides des falaises verticales ou encore au fond de dolines profondes où la neige persiste jusqu'au cœur de l'été.

Il s'agit encore ici d'un groupement très polymorphe où il est possible d'individualiser une série de sous-associations, mais toutefois à moindre titre que dans l'association précédente.

Les 21 relevés que nous possédons proviennent des localités suivantes :

1° Sous-associations TYPICUM :

1 — Tizi n'Tichka : R. 75 % – I. 15 % (2 100 m).
2 — Flanc S. de J. Andromer : R. 80 % – I. 10 % (2 700 m).
3 — J. Rhat, Aït Toutline : R. 95 % – I. 20 % (1 900 m).
4 — Entre Imi n'Ouaka et Tirsal : R. 90 % – I. 25 % (2 100 m).
5 — Tirsal : R. 80 % – I. 20 % (2 150 m).
6 — Tirsal, flanc N. du J. Rhat : R. 100 % – I. 20 % (2 350 m).
7 — Zaouia Ahansal, bord de l'oued : R. 90 % – I. 5 % (1 800 m).

8 — Flanc N. du Masker : R. 90 % – I. 20 % (2 350 m).
9 — J. Ayachi, sous le Tizi n'Tserdount : R. 90 % – I. 20 % (2 750 m).
10 — J. Ayachi, flanc N. : R. 90 % – I. 30 % (2 650 m).

2° Sous-association à *Aconitum Lycoctonum* ssp. *neapolitanum* var. *atlanticum :*

11 — Diaclase, flanc N. du Rhat N.-E. : R. 90 % – I. 30 % (3 000 m).
12 — Doline du Rhat : R. 90 % – I. 5 % (3 000 m).
13 — Doline du Rhat : R. 90 % – I. 10 % (3 100 m).
14 — Rhat, gorge supérieure de l'Acif Ouaouzia : R. 95 % – I. 26 % (3 150 m).
15 — Ayachi, gorges de Tarhart : R. 90 % – I. 15 % (2 900 m).

3° Sous-association à *Eryngium variifolium :*

16 — Imi n'Ouaka : R. 80 % – I. 40 % (2 000 m).
17 — J. Rhat, flanc E. : R. 80 % – I. 35 % (2 550 m).
18 — J. Aioui : R. 70 % – I. 40 % (2 500 m).
19 — Akka n'Tazzert : R. 50 % – I. 70 % (2 800 m).
20 — Ayachi, flanc S.-W. : R. 50 % – I. 60 % (2 500 m).
21 — Ayachi, flanc N. : R. 35 % – I. 80 % (2 650 m).

1° La sous-association TYPICUM représente ici encore le stade optimal de développement du groupement; elle existe aussi bien sur le haut que sur le Moyen Atlas. Toutes les caractéristiques sont présentes; il s'agit de *Heracleum sphondylium* ssp. *Embergeri*, *Aconitum lycoctonum* ssp. *neapolitanum* var. *atlanticum*, micro-endémiques des Atlas calcaires, *Senecio Doria* et *Senecio giganteus* localisées à peu près exclusivement dans ce groupement sur les hautes chaînes atlasiques marocaines et *Platanthera algeriense*. Cette très rare espèce existe à la fois et sans variation notable dans les marais littoraux de la Rassauta près d'Alger et dans les Mégaphorbiées à *Cirsium flavispinum* sur les Atlas; ce sont là d'ailleurs ses deux seules stations connues. Enfin, *Cirsium flavispinum* ne manque jamais dans cette sous-association et y accuse un recouvrement très important.

Les caractéristiques des unités supérieures sont largement représentées, toutefois *Festuca Mairei* est ici beaucoup plus rare que sur substratum siliceux. Le cortège des compagnes offre encore de nombreux hémicryptophytes hygro ou mésophiles (*Juncus* divers, *Helosciadium repens*, *Nasturtium*, *Rumex* div. *Festuca* div., etc.) sans valeur sociologique appréciable. Ici encore, comme dans la sous-association TYPICUM du CIRSIETUM CHRYSACANTHII, il s'agit d'une Mégaphorbiée des plus typiques dont le recouvrement atteint toujours 100 %, avec deux strates nettes de végétation.

Occupant les cailloutis calcaires fixés sur les bords des acifs, colmatés par des débris organiques, cette sous-association ne dépasse guère l'altitude de 2 400 m, surtout en raison de l'absence de stations susceptibles de l'héberger. Se développant après un stade initial de colonisation des berges caillouteuses à SAGINETO-STELLARIETUM ou succédant encore dans certains cas spéciaux à la sous-association à ERYNGIUM VARIIFOLIUM, le CIRSIETUM FLAVISPINAE TYPICUM par assèchement progressif de ses stations tend inéluctablement vers la garrigue montagnarde à *Vella Mairei* ou à *Ormenis scariosa* (GENISTETO-BUPLEURETUM) selon l'altitude où il se développe. Toutefois cette évolution

peut être rapide sans stades intermédiaires si l'on assiste à l'assèchement progressif d'éboulis suintants ou bien, au contraire, se faire par l'intermédiaire de pozzines sèches à FESTUCETO-TARAXACETUM si l'assèchement est progressif et si un sol tant soit peu épais a pu déjà se former.

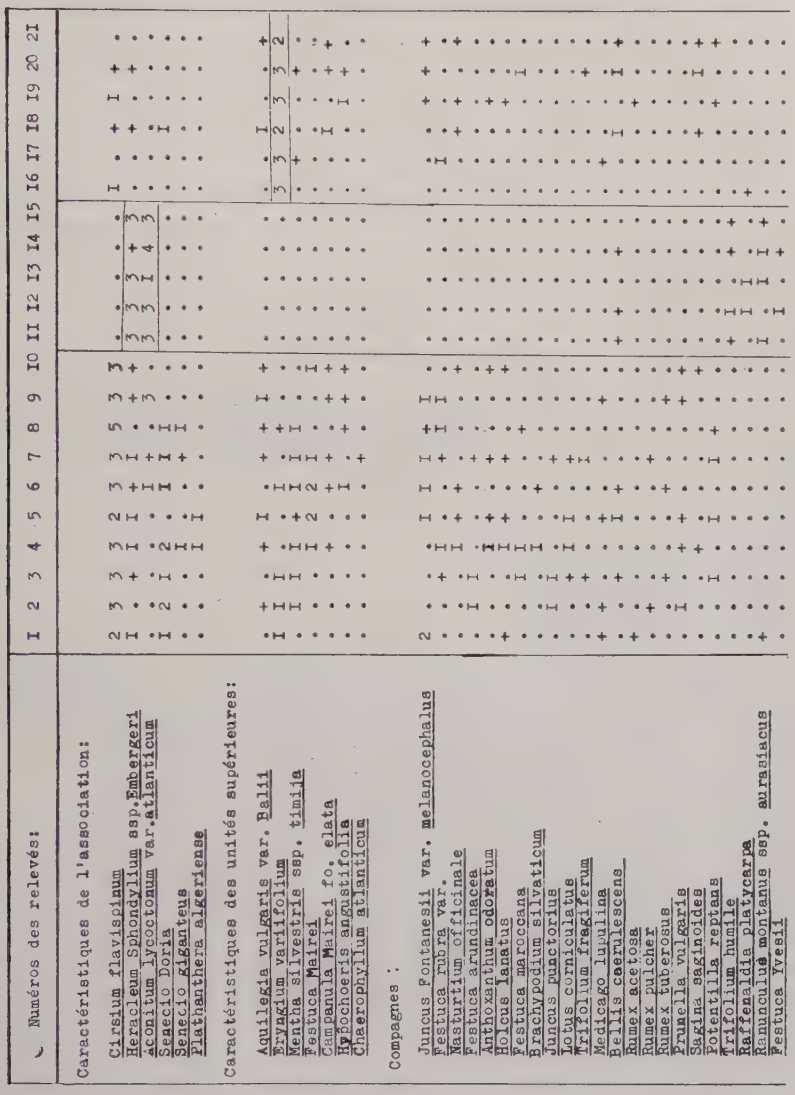


TABLEAU XXII.

Il est d'ores et déjà intéressant de remarquer comme d'ailleurs à propos du CIRSIETUM CHRYSACANTHI TYPICUM que l'amplitude altitudinale de ce groupement chevauche très nettement deux zones très distinctes de garrigues montagnardes : la zone de l'ORMENION SCARIOSAE et celle de l'ARENARION PUNGENTIS. En effet, alors que les Mégaphorbiées sont liées exclusivement à un très petit nombre de facteurs écologiques (la présence de l'eau courante à des températures comprises entre 6 et 16°), les garrigues à xérophytes au

contraire, sont les résultats imposées à la végétation par l'ensemble des facteurs climatiques généraux sur les Atlas et il est normal que le cortège floristique se modifie noblement suivant en particulier les variations altitudinales; les Mégaphorbiées, tout au contraire, restent sensiblement identiques sur toute la zone où persiste le facteur écologique nécessaire et suffisant à leur développement. C'est-à-dire entre 2 000 et 3 300 m. La différence essentielle sur les montagnes nord-africaines, déjà signalée d'ailleurs entre groupement végétal climax climatique et groupement végétal climax édaphique ressort ici avec une singulière acuité.

2° La sous-association à *Aconitum Lycoctonum* var. *atlanticum* est infiniment plus rare que la sous-association précédente et dans les stations où elle se rencontre, elle donne l'impression très nette d'un groupement résiduel, en voie de disparition. Elle existe çà et là sur tous les hauts sommets calcaires des Atlas entre 2 700 et 3 400 m, localisée au fond de diaclases étroites et humides entaillant des falaises calcaires, mais ses plus belles stations se rencontrent au fond des dolines à neiges éparses sur tout le plateau du Rhat.

Le cortège floristique est ici très réduit. *Heracleum Sphondylium* ssp. *Embergeri* et *Aconitum Lycoctonum* var. *Atlanticum* en forment à eux seuls la quasi-totalité. *Cirsium flavispinum* moins alticole que *Cirsium chrysacanthum* fait toujours défaut; dans les compagnes apparaissent quelques espèces appartenant au groupement à *Raffenaldia platycarpa ;* en effet, au fond de ces dolines existe soit une Mégaphorbiée à Aconit, soit au contraire, une pelouse à Raffenaldietum platycarpae. Le premier groupement, en effet, colonise les dolines dont le fond est constitué de cailloux entassés, humides, leur colmatage progressif par des bouchons argileux détermine l'installation du Raffenaldietum platycarpae.

Cette sous-association doit être regardée comme la vicariante sociologique et écologique du Cirsietum chrysacanthi cirsietosum.

Elle est endémique des Atlas calcaires et fait défaut, ainsi d'ailleurs que l'Ordre des Cirsietalia flavispinae sur tous les hauts sommets de montagnes humides. Toutefois au fond de quelques dolines du Djurdjura, prospère une Mégaphorbiée très pauvre qui peut à la rigueur être regardée comme l'homologue du groupement étudié ici. Dans diverses dolines du massif de l'Haïzer où nous l'avons rencontrée, cette Mégaphorbiée kabyle était caractérisée uniquement du point de vue floristique par les espèces ci-dessous :

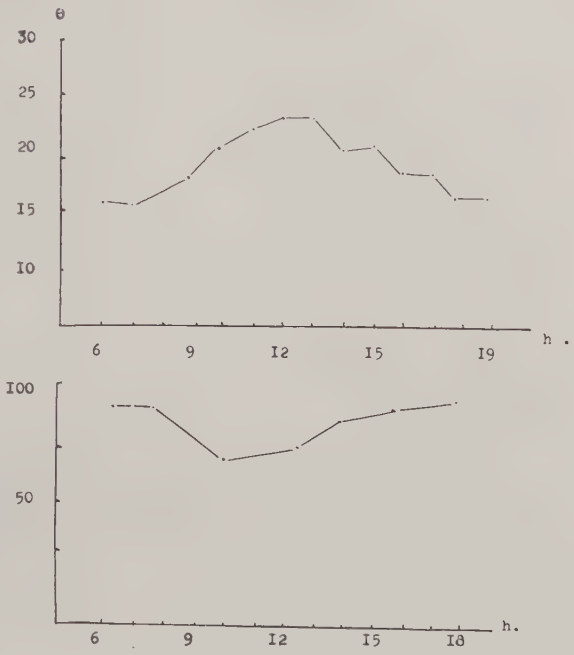
| Numéro des relevés | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Campanula trichocalycina* | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| *Heracleum sphondylium* | 3 | + | . | . | . |
| *Solidago virga aureae* | + | 1 | + | 1 | + |
| *Aspidium aculeatum* var. *Djurdjurae* | + | + | + | . | + |
| *Athyrium filix femina* | 1 | 1 | . | 1 | 1 |
| *Sambucus ebulis* | . | . | + | 3 | 1 |
| *Lamium longiflorum* | + | . | . | + | . |
| *Poa alpina* | . | + | + | . | . |

3° La sous-association à *Eryngium variifolium*, enfin, est très comparable au groupement analogue du CIRSIETUM CHRYSACANTHI, elle se développe surtout sur les rochers suintants, ou bien encore succède à un groupement fontinal. Du point de vue floristique, elle est essentiellement caractérisée par la prédominance absolue de *Eryngium variifolium*.

Répandu sur toute l'étendue de la chaîne calcaire, ce groupement est extrêmement voisin de son homologue silicicole mégalatlantique.

Pas plus que l'association précédente, le CIRSIETUM FLAVISPINAE ne présente d'intérêt pastoral notable, il est dédaigné par les troupeaux.

Du point de vue écologique, les quelques documents qui sont en notre possession ne montrent que peu de dissemblances notables avec ceux qui ont été analysés à propos du groupement homologue mégalatlasique. La température des cours d'eau au bord desquels elle prospère oscille toujours entre 8 et 18°. Les résultats obtenus à propos de la température du sol et des variations nycthémérales de l'humidité relative de l'air à 5 cm de la surface du sol sont identiques à peu de chose près à ceux établis plus haut (cf. graphique n° 8, moyenne de 5 mesures).




GRAPHIQUE 8.

Toutefois l'échauffement du sol paraît ici sensiblement plus rapide, les maxima thermiques se situent vers 12 heures.

Le *p*H du sol se situe en moyenne aux environs de 7,6.

Les quelques mesures de *p*H effectuées sur l'eau qui baigne le groupement ont donné les résultats suivants :

| | pH | Température de l'eau |
|---|---|---|
| Sous-association TYPICUM : | | |
| M'Semrir | 7,7 | 18° |
| Vallée de la Tessaout à Tamezrit | 8 | 19° |
| Tirsal (R. N° 6) | 7,8 | 17° |
| Vallée de la Tessaout, entrée des gorges supérieures | 7,5 | 9° |

L'association à *Cirsium flavispinum* et *Heracleum Embergeri* est endémique des hauts sommets du Grand et du Moyen Atlas calcaire; à plus basse altitude, sur le Moyen Atlas, se développe un groupement voisin s'inscrivant encore dans l'Ordre des CIRSIETALIA FLAVISPINAE, il végète sur le bord des ruisseaux entre 1 600 et 2 100 m sur les Causses du Moyen Atlas et est caractérisé surtout par *Eryngium marocanum.*

Dans le sud de l'Espagne divers groupements mal connus encore représentent l'Ordre des CIRSIETALIA FLAVISPINAE sur les massifs calcaires, nous avons décrit l'un d'eux comme faciès (faciès à *Heracleum Sphondylium* var. *granatense*) de l'association à *Aconitum Napellus* var. *nevadense* et *Senecio elodes;* il prospère sur substrat calcaire au flanc nord de la Sierra Nevada, au bord de torrents entre 1 600 et 2 200 m.

## II. — LES GROUPEMENTS DE TOURBIÈRES A LAICHES

Dans les portions les plus humides et perpétuellement suintantes du Haut Atlas surtout siliceux, il y a des populations végétales très uniformes, caractérisées essentiellement par la prédominance absolue des cypéracées (*Carex* et *Scirpus* en particulier). Ces groupements, pauvres en espèces, sont superposables aux tourbières à *Carex fusca* répandues sur tous les systèmes montagneux européens et plus encore avec les pozzines à *Carex intricata* déjà signalées par De Litardière et Malcuit sur les sommets corses. Dans un récent travail, nous avons abordé l'étude de ces formations sur les sommets de la Sierra Nevada, où nous avons décrit, sous le nom d'association à *Festuca rivularis* et *Veronica repens* var. *nevadensis* un groupement de tourbières à *Carex intricata*, ce qui nous a permis d'envisager leur signification phytosociologique et de proposer la solution suivante : une Alliance spéciale (Caricion intricatae) a été créée pour englober ces diverses associations, écologiquement et floristiquement déplacées sous le climat général des hautes montagnes du pourtour méditerranéen occidental.

Cette Alliance Caricion intricatae pour le moment identifiée en Corse, sur les sommets de la Nevada et des Atlas, est caractérisée en Afrique du Nord par les espèces et variétés suivantes :

*Carex intricata*
*Sedum melanantherum*
*Cerastium cerastioides*
*Viola palustris* fo. 2n = 24.

Toutes les quatre appartiennent à des lignées européennes; d'ailleurs l'Alliance Caricion intricatae doit être considérée comme une irradiation méridionale secondairement segrégée à partir des espèces constituant l'Alliance Caricion fuscae sur les montagnes européennes; pour cette raison également, il est logique de la rapporter à l'Ordre des Caricetalia fuscae et à la Classe des Scheuchzerio-Caricetea. D'ailleurs, cette position est justifiée sur le plan floristique, car les tourbières à Cypéracées atlasiques possèdent encore nombre d'espèces indicatrices de ces unités supérieures sur les montagnes européennes. Tel est le cas en particulier pour :

*Carex fusca*
*Carex flava* var. *nevadensis*
*Carex echinata*
*Scirpus pauciflorus*
*Parnassia palustris*
*Juncus alpinus*

Les facteurs écologiques qui régissent sur le Haut Atlas ou la Sierra Nevada les tourbières à Cypéracées sont, de par ailleurs, comme nous le montrerons plus loin, infiniment proches de ceux qui existent dans les associations homologues sur les montagnes européennes; cette raison plaide encore considérablement en faveur de leur intégration dans l'Ordre des Caricetalia fuscae,

d'autant que l'aspect général des associations, les facteurs biotiques et édaphiques sont parfaitement superposables.

Sur l'Atlas, l'Alliance CARICION INTRICATAE n'est représentée à notre connaissance, que par deux associations, ce sont : l'association à *Poa annua* var. *rivularis* et *Veronica repens* var. *nevadensis* sub. var. *cyanea*, et l'association à *Schoenus nigricans* et *Triglochin palustre*.

1° Association à ***Poa annua*** var. ***rivularis*** et ***Veronica repens*** var. ***nevadensis*** sub. var. ***cyanea***.

Ce groupement que nous avons rencontré sur tout le Haut Atlas primitif et çà et là sur le Haut Atlas sédimentaire, colonise, entre les altitudes de 1 900 et 3 200 m, deux types principaux de stations :

— les portions centrales suintantes, très humides des pozzines éparses sur le Haut Atlas central et occidental;

— le bord des ruisseaux et des torrents dans des conditions édaphiques très spéciales sur l'ensemble de la chaîne.

Nous possédons 12 relevés de cette association; ils proviennent des localités suivantes :

1 — J. Rhat, au-dessus de Tirsal : R. 75 % – I. 20 % (2 000 m) marnes triasiques.
2 — Bou Ourioul : R. 80 % – I. 10 % (2 300 m) Rhyolites.
3 — Plateau des Lacs : R. 80 % – I. 5 % (2 300 m) Calcaire compact (1).
4 — J. Tichka : R. 90 % – I. 5 % (2 800 m) granités.
5 — Haute Reraya, près du refuge Neltner : R. 60 % – I. 10 % (3 100 m) Rhyolites.
6 — Isougane n'Ouagouns : R. 80 % – I. 5 % (3 000 m) Rhyolites.
7 — Près du Refuge de Lepiney : R. 80 % – I. 10 % (3 000 m) Rhyolites.
8 — J. Rhat, entre Imi n'Ouaka et Tirsal : R. 80 % – I. 15 % (1 950 m). Calcaire compact liasique.
9 — Plateau des Lacs, pozzine du Tizi. Granites.
10 — Tizi n'Tichka : R. 80 % – I. 5 % (2 200 m). Marnes.
11 — Bou Ourioul : R. 80 % – I. 10 % (2 700 m). Andésites.
12 — J. Ayachi, source sous le Tizi n'Tserdount : R. 80 % – I. 10 % (2 750 m). Calcaires compacts liasiques.

Le POETO-VERONICETUM constitue un groupement fort complexe à l'intérieur duquel il serait nécessaire de distinguer une foule de sous-associations et de faciès en particulier suivant la prédominance absolue de telle ou telle espèce; ci-dessous nous nous bornerons à citer les plus fréquentes; en effet, comme le fait déjà remarquer BRAUN-BLANQUET à propos du CARICETUM FUSCAE pyrénéen, et sur l'Atlas à plus forte raison, l'on se trouve le plus souvent en face d'individus d'association représentant des faciès appauvris vis-à-vis de leurs homologues alpiens; d'autre part, la pauvreté floristique, et l'uniformité des marais à laiches atlasiques, sont autant de facteurs qui, en réduisant le nombre total des associations, multiplie par contre celui des faciès.

(1) Relevé communiqué par L. EMBERGER.

| Numéros des relevés: | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | IO | II | I2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Caractéristiques de l'association : | | | | | | | | | | | | |
| Poa annua var. rivularis | I | I | + | I | . | I | 2 | 3 | I | 2 | 3 | I |
| Veronica repens var. nevadensis subvar.cyanea | . | . | . | . | . | + | + | + | I | . | 2 | I |
| Scirpus setaceus | . | I | I | . | + | . | I | + | + | 3 | 2 | 2 |
| Scirpus pauciflorus | . | . | . | . | I | I | I | . | + | . | . | . |
| Carum asinorum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . |
| Cardamine pratensis var. atlantica | . | . | (I) | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Différentielles de la sous ass. à Helosciadium repens: | | | | | | | | | | | | |
| Helosciadium repens | 4 | 4 | 2 | 2 | I | + | I | . | . | . | + | . |
| Juncus fontanesii var. melanocephalus | I | + | 3 | 3 | I | . | . | + | . | . | . | . |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | | |
| Carex intricata | . | . | + | . | 2 | 2 | I | . | 3 | 2 | 2 | . |
| Sedum melanantherum | . | . | . | . | I | I | I | . | . | . | + | . |
| Viola palustris | . | . | . | . | . | + | + | . | . | I | I | . |
| Cerastium cerastioides | . | + | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . |
| Carex flava var. nevadensis | . | . | I | . | + | . | . | I | . | 3 | 2 | 3 |
| Carex echinata | . | . | . | . | + | I | . | + | + | . | . | + |
| Carex fusca | . | . | . | . | . | I | . | . | . | I | . | . |
| Parnassia palustris | . | . | . | + | + | . | + | . | . | + | + | . |
| Compagnes principales : | | | | | | | | | | | | |
| Trifolium repens | . | . | . | . | . | I | . | I | 2 | 2 | + | . |
| Alopecurus pratensis | . | . | . | + | . | + | I | . | . | . | + | . |
| Festuca rubra var. | . | . | . | . | . | + | . | I | . | . | + | . |
| Carex distans | . | . | + | . | . | . | I | I | . | . | . | + |
| Carex stellulata | . | . | . | + | + | . | . | . | . | + | . | . |
| Juncus fontanesii | . | I | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Eryngium variifolium | . | . | . | . | I | I | . | . | . | . | . | . |
| Gentiana atlantica | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Veronica anagallis | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ranunculus montanus ssp. aurasiacus | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . |
| Leontodon autumnale | . | . | . | . | . | . | I | . | I | . | . | . |
| Myosotis alpestris var. albomarginata | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . |

Tableau XXIII.

Nous avons retenu les espèces suivantes pour caractériser l'association : *Poa annua* var. *rivularis* et *Veronica repens* var. *nevadense* sub. var. *cyanea* micro-endémique ne faisant pratiquement jamais défaut dans l'association type; *Scirpus pauciflorus* et *Scirpus setaceus*, plus rares, mais qui, sur le Haut Atlas, sont localisés là, *Cardamine pratensis* var. *atlantica*, variété endémique du Haut Atlas qui n'a pour l'instant été rencontré qu'en une seule station : la tourbière du Tizi n'Inouzan sur le Haut Atlas oriental; enfin, *Carum asinorum* caractérise également les tourbières ou plus exactement les prairies tourbeuses du Bou Ourioul. Cette espèce est encore un endémique mégalatlasique extrêmement localisé.

Dans l'ensemble de nos relevés, nous avons dégagé deux sous-associations nettement caractérisées : l'une est floristiquement individualisée par la prédominance de *Helosciadium repens* et de *Juncus melanocephalus ;* l'autre plus complexe, à cortège floristique plus riche correspond à la sous-association type, il est possible d'y discerner plusieurs faciès :

1° Sous-association à *Helosciadium repens* et *Juncus melanocephalus :*

Elle représente l'aspect le moins alticole de l'association, et se rencontre sur le bord sablonneux des sources et des acifs à courant lent, entre 1 600 et 3 200 m, mais surtout au-dessous de 2 800.

Elle colonise également les portions les plus mouillées des tourbières à Cypéracées sur le plateau du Tichka des Seksaouas tout spécialement.

Du point de vue floristique, elle est individualisée essentiellement, nous l'avons dit, par la prédominance de *Helosciadium repens* et de *Juncus melanocephalus* qui, à eux seuls, constituent la quasi-totalité de la population végétale. Les caractéristiques de l'association sont assez mal représentées : *Veronica repens, Scirpus pauciflorus* font toujours défaut; *Carex intricata* n'est jamais abondant :

— du point de vue édaphique, ce groupement ne montre pas de traits particuliers importants. Il se développe sur des sables immergés toute l'année, à la surface desquels se déposent, dans un inextricable lacis de racines et de stolon, un humus noir, visqueux, épais tout au plus de quelques centimètres;

— du point de vue micro-climatique, cette sous-association présente des caractères très spéciaux. Le plus souvent à demi-immergée, l'humidité relative de l'air à son niveau est toujours supérieure à 85 %.

Les variations nycthémérales de la température sont très minimes, sauf en de très rares points où l'eau stagne, les chiffres obtenus sont ceux accusés par la source ou le torrent autour duquel le groupement prospère; c'est-à-dire un chiffre oscillant entre 8 et 15°.

La sous-association à *Helosciadium repens* et *Juncus melanocephalus* existe sur toute l'étendue des chaînes atlasiques marocaines, aussi bien siliceuses que calcaires.

Sa valeur dynamique est aisée à saisir, elle représente un stade initial dans l'installation de la tourbière à *Carex intricata.*

Elle s'installe en général dans les portions où le sable a colmaté les cailloutis; elle succède donc à la montiaie ou, plus rarement, à la mégaphorbiae à *Cirsium chrysacanthum* (sur l'Atlas siliceux), ou à *Cirsium flavispinum* (sur l'Atlas calcaire), et peut préluder à l'installation de la sous-association Typicum du Poeto-Veronicetum. Toutefois l'humidité édaphique estivale est souvent insuffisante pour assurer l'installation de la tourbière à Cypéracées et une pelouse rase, type pozzine sèche) établit sur quelques décimètres la transition entre le groupement ici étudié et la garrigue à xérophytes épineux.

Du point de vue édaphique, cette sous-association est caractérisée par un substrat extrêmement réduit et qui peut être représenté de la façon suivante (Relevé n° 4) :

A°, AI2 — 3 cm de sables colmatés par de débris végétaux en décomposition :

| | |
|---|---|
| pH | 7,5 |
| Humus | 8,5 ‰ |
| Granulométrie : | |
| Cailloutis | 40 % |
| Sables grossiers | 31 % |
| Sables fins | 11 % |
| Débris végétaux | 8,1 |

— Roche mère représentée par l'arène granitique.

2° Sous-association Typicum :

Il s'agit ici de la tourbière à cypéracées qui concourt, en grande partie, à la formation de l'ensemble végétal décrit de Corse par Briquet sous le terme de pozzine (au sens le plus large) et signalé depuis sur la Sierra Nevada et les Atlas marocains. Cet aspect de l'association se retrouve sans changements physionomistiques notables et avec une composition floristique presque analogue sur toutes les montagnes du pourtour méditerranéen occidental.

Cet aspect végétal assez fréquent, quoique très localisé, sur le Haut Atlas siliceux, sauf peut-être sur le plateau du *Tichka* où il occupe d'assez vastes surfaces, fait presque complètement défaut, par contre, sur le Haut Atlas calcaire, où il n'existe qu'à l'état fragmentaire, sauf dans la cuvette des sources de la Tessaout, et toujours sur des sols entièrement décalcifiés.

Dans cette sous-association, le cortège floristique est mieux représenté, toutes les caractéristiques de l'association et des unités supérieures sont présentes, le cortège des compagnes est toutefois très réduit, sans doute surtout en raison de la singularité micro-climatique sur les montagnes africaines de cet aspect végétal.

Il est possible, nous l'avons vu, de définir à l'intérieur de cette sous-association divers faciès, surtout caractérisés par la prédominance de telle ou telle espèce. Ainsi, dans les portions les plus évoluées des tourbières, *Carex intricata* arrive parfois à former des peuplements presque purs; souvent, par contre, à la périphérie surtout, c'est le cas de *Carex flava* ou de *Scirpus setaceus*. Mais, fait remarquable, les mousses Bryacées ou Sphaignes font totalement défaut sur ces tourbières.

Les profils pédologiques que nous avons pu relever dans cette sous-association sont toujours identiques.

Voici à titre d'exemple un profil relevé dans les pozzines du J. Tichka des Seksaouas :

A°, AI — 2-5 cm de racines et de débris végétaux en cours de décomposition, colmatées par un humus visqueux putride.
Les caractères analytiques de cet horizon sont sensiblement identiques à ceux qui ont été établis à propos de la sous-association précédente (pH 7,4).

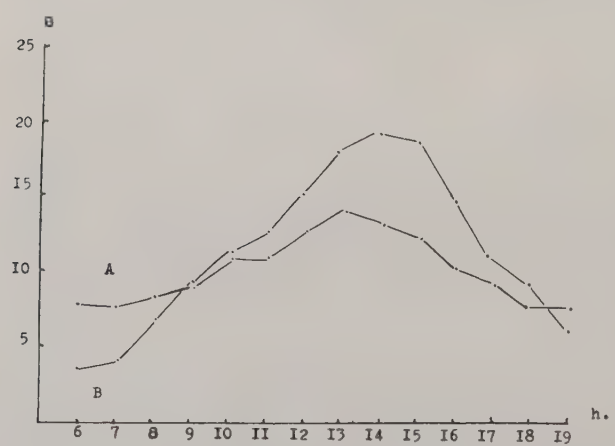
B — 80 cm de tourbe à cypéracées brun clair gorgée d'eau :

| | |
|---|---|
| pH | 6,8 |
| Humus | 19,5 ‰ |
| Débris végétaux | 20,9 |
| Granulométrie : Supérieurs à 1 mm | 29,3 |
| Compris entre 0,5 et 1 mm | 16,8 |
| Compris entre 0,2 et 0,5 mm | 17,4 |
| Compris entre 0,1 et 0,2 mm | 7,9 |
| Inférieurs à 0,1 mm | 7,9 |

C — Roche mère représentée par l'arène granitique.

Ces profils sont très voisins de ceux que Braun-Blanquet a décrits dans le Caricetum fuscae des Pyrénées Orientales ou que Guinochet a signalés des Alpes-Maritimes. Toutefois, sur le Haut Atlas, la tourbe à Cypéracées repose toujours sur la roche mère et atteint parfois une épaisseur extraordinaire (dans la pozzine des sources du n'Fiss, plus de 2 m 8).

Les facteurs climatiques régissant cette sous-association sont très affines de ceux qui sont envisagés à propos de la sous-association à *Helosciadium repens* et *Juncus melanocephalus*. Le déficit de saturation de l'air à la surface du sol ne dépasse jamais 20 %.




Graphique 9.

La température accusée par l'association est toujours faible même au cœur de l'été, 10 à 20° en moyenne dans la journée avec un maximum aux environs de 13 h. Nous donnons dans le graphique ci-contre la courbe des variations nycthémérales de la température dans cette sous-association (B) et (A) dans celle à *Juncus melanocephalus* (moyenne de 13 mesures effectuées en juin 1952 sur le J. Tichka).

Les minima nocturnes sont basses, plus que dans toute autre association atlasique; et deux fois, nous avons observé des températures inférieures à 0° (juin 1952). Les maxima diurnes sont ici, plus élevées surtout en raison de la stagnation de l'eau dans les cuvettes où se développe ce groupement.

La sous-association Typicum est localisée sur le Haut Atlas entre les altitudes de 2 400 et 3 300 m; elle fait défaut aux plus hautes altitudes. Au-dessous de 2 400 m, peuvent se rencontrer divers groupements végétaux, où les Cypéracées jouent un rôle important, mais qui ne présentent aucun rapport avec les tourbières analysées ci-dessus.

Toutefois, Braun-Blanquet a signalé sur le J. Guedrouz, une association à *Blismus compressus* et *Carex divisa* (1 relevé à 2 300 m) qui présente quelques

analogies avec le groupement étudié ici et pourrait entrer encore dans la classe des CARICETALIA FUSCAE.

La sous-association TYPICUM du groupement à *Poa rivularis* et *Veronica repens* sub. var. *cyanea* représente très exactement la vicariante floristique, écologique et physionomique de l'association névadéenne à *Festuca rivularis* et *Veronica repens* var. *nevadensis*. Toutes deux entrent dans l'Alliance CARICION INTRICATAE, le groupement névadéen est cependant floristiquement le plus riche, parmi les caractéristiques apparaissent les endémiques : *Carex Camposii, Gentiana pneumonanthe* var. *depressa, Carex lagopina* var. *baetica*. Par contre, les indicatrices de l'Ordre et de la Classe sont à peine plus nombreuses que sur l'Atlas. *Carex fusca* toutefois n'a pas encore été signalé dans les pozzines de la Sierra Nevada; il est d'ailleurs curieux de constater la coexistence, sur le Haut Atlas de *Carex fusca* et *C. intricata*, le premier paraît, en effet, manquer aussi bien sur la Cordillère bétique que sur les montagnes de Corse. Par ce caractère, les tourbières à Cypéracées mégalatlasiques représentent en quelque sorte un intermédiaire entre les Cariçaies à *Carex fusca* typiquement européennes et celles à *Carex intricata* localisées sur les montagnes du pourtour méditerranéen occidental.

En effet, le CARICETUM INTRICATAE corse (de LITARDIÈRE et MALCUIT), encore très affine du groupement mégalatlasique étudié ici, ne possède pas, lui non plus, *Carex fusca*. Alors que les basses tourbières à *Carex* des Alpes, du Massif Central ou des Pyrénées par exemple, sont caractérisées par *Carex fusca, Carex intricata* y fait défaut. Le cortège floristique du CARICETUM FUSCAE (cf. BRAUN-BLANQUET 1948, GUINOCHET 1938, CHOUARD 1935, etc.) diffère en réalité assez peu des groupements avec *Carex intricata* décrits plus haut. Les caractéristiques des associations et de l'Alliance CARICION INTRICATAE y font défaut, quelques orophytes européens apparaissent. Nous avons donné dans le tableau comparatif ci-après la composition floristique de quelques-unes de ces associations.

Leurs affinités ressortent suffisamment pour qu'il soit utile d'y insister encore (tableau 24).

***

Nous aurons eu l'occasion de tracer la valeur dynamique des tourbières à *Carex intricata* du Haut Atlas. La sous-association TYPICUM, en effet, joue un rôle important dans la constitution des pozzines; nous verrons plus haut par quels intermédiaires passe la végétation des pozzines, depuis la cariçaie jusqu'à la pozzine sèche; il est toutefois déjà intéressant de chercher à préciser les stades initiaux préludant à l'installation de la cariçaie.

En effet, les groupements à Hydrophytes (Sparganium, Callitriche) et les groupements à Hélophytes (CARICETUM ROSTRATAE) font totalement défaut sur les pozzines du Haut Atlas où les trous d'eau (pozzi) sont tout à fait exceptionnels et uniquement colonisés par un benthos à Desmidiées; en effet, nous le verrons, les pozzines atlasiques sont toutes séniles et en régression sans doute rapide, leur colmatage par la cariçaie est à peu près partout achevé. En conséquence, une évolution progressive de la végétation aboutissant au POETO-VERONICETUM ne saurait se faire qu'à partir de groupements rivulaires ou fontinaux suivant le schéma établi à propos de la précédente sous-

| | Haut Atlas | Sierra Nevada | Corse | Pyrénées-Centrales | Pyrénées-Orientales | Cévennes | Alpes-Maritimes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espèces exclusives du Haut Atlas : | | | | | | | |
| *Poa annua* var. *rivularis* | + | . | . | . | . | . | . |
| *Veronica repens* subvar. *cyanaea* | + | . | . | . | . | . | . |
| *Carum asinorum* | + | . | . | . | . | . | . |
| *Cardamine pratensis* var. *atlantica* | + | . | . | . | . | . | . |
| Espèces exclusives de la Sierra Nevada : | | | | | | | |
| *Carex Camposii* | . | + | . | . | . | . | . |
| *Carex lagopina* var. *baetica* | . | + | . | . | . | . | . |
| *Gentiana pneumonanthe* var. *depressa* | . | + | . | . | . | . | . |
| *Veronica repens* var. *nevadensis* | . | + | . | . | . | . | . |
| Espèces exclusives corses : | | | | | | | |
| *Pinguicula corsica* | . | . | + | . | . | . | . |
| *Bellis perennis* ssp. *Bernardii* | . | . | + | . | . | . | . |
| Espèces caractéristiques de l'Alliance **Caricion intricatae** : | | | | | | | |
| *Carex intricata* | + | + | + | . | . | . | . |
| *Sedum melanantherum* | + | + | . | . | . | . | . |
| *Poa annua* var. *macranthera* | + | + | + | . | . | . | . |
| *Cerastium cerastioides* var. | + | + | . | . | . | . | . |
| Caractéristiques du **Caricetum** et du **Caricion fuscae** : | | | | | | | |
| *Carex fusca* | + | . | . | + | + | + | + |
| *Viola palustris* | + | + | + | + | + | + | + |
| *Juncus filiformis* | . | . | . | + | + | + | + |
| *Trichophorum caespitosum* | . | . | + | + | + | + | + |
| *Carex capillaris* var. *minima* | . | . | . | . | . | . | + |
| *Carex echinata* var. *grypos* | . | . | + | . | . | . | + |
| Caractéristiques de l'Ordre et de la Classe présentes sur les montagnes méditerranéennes occidentales : | | | | | | | |
| *Carex flava* | + | + | + | + | + | + | + |
| *Carex echinata* | + | + | + | + | + | + | + |
| *Parnassia palustris* | + | + | + | + | + | + | + |
| *Scirpus pauciflorus* | + | + | . | + | + | . | . |
| *Juncus alpinus* | . | + | . | + | + | + | + |
| *Triglochin palustre* | + | + | . | . | + | + | . |
| *Eriophorum angustifolium* | . | . | . | + | + | + | + |
| *Equisetum variegatum* | . | . | . | . | . | . | + |
| *Pinguicula vulgaris* | . | + | . | + | + | + | + |

Tableau XXIV.

association. Par contre, l'évolution normale conduit suivant les étapes signalées à propos des UDO-NARDETALIA à la garrigue à xérophytes épineux. Nulle part n'existe d'évolution régressive restituant, comme CHOUARD l'a signalé dans les Pyrénées Centrales, les pozzi initiaux.

Il est fort intéressant, au seuil de ce chapitre, de chercher à préciser les rapports sociologiques que présentent les pozzines mégalatlantiques vis-à-vis de leurs homologues névadéennes ou corses, pyrénéennes ou alpiennes. Pour limiter le problème, nous nous sommes contentés d'envisager à propos de ces dernières, les pozzines des Pyrénées-Orientales (BRAUN-BLANQUET 1948) et des Alpes-Maritimes (GUINOCHET 1935).

Comme il est possible de s'en rendre compte, sur tous ces massifs, l'évolution générale du sol et de la végétation est absolument parallèle. C'est ainsi que l'on part des pozzi d'eau libre pour arriver au groupement climax en passant par les intermédiaires suivants : vasières, tourbières inondées, tourbières exondées, pelouses hygro-mésophiles, pelouses xérophiles. Toutefois, si sur les Alpes Maritimes, chacun de ces milieux est colonisé par une association spéciale, l'on assiste progressivement en descendant vers le Sud, à une diminution du nombre des associations : 6 sur les Pyrénées Orientales, 5 sur les montagnes corses, névadéennes et atlasiques; la simplification affecte d'ailleurs uniquement les associations les plus hygrophiles qui, bien que les conditions écologiques restent analogues, voient peu à peu leur cortège floristique s'amenuiser et leur individualité s'estomper. Ces associations sont, en effet, toutes à peu près uniquement constituées d'espèces circumboréales ou orophiles européennes, disparaissant rapidement du Nord au Sud, où elles ne sont pas remplacées par des lignées autochtones. S'inscrivant dans la Classe des SCHEUCHZERIETO CARICETEA, elles se voient peu à peu reléguées sur les hauts sommets du pourtour méditerranéen occidental dans des stations de plus en plus humides. Sur les Alpes-Maritimes, cette classe inclut les associations de vasières de tourbières à cypéracées inondées et exondées, et de pelouses hygro-mésophyles. Sur les Pyrénées Orientales, la Corse et la Sierra Nevada, les vasières et les tourbières à Cypéracées inondées et exondées; sur l'Atlas, elle ne colonise plus que les vasières et les tourbières inondées.

De même, les groupements de pelouses qui succèdent à ceux de tourbières appartiennent à la Classe des CARICETEA CURVULAE. Sur l'Atlas, la Sierra Nevada et en Corse, c'est à l'Ordre oro-méditerranéen UDO-NARDETALIA qu'ils se rapportent, sur les Alpes et les Pyrénées au contraire, c'est à celui typiquement européen des CARICETALIA CURVULAE. Mais, depuis les Alpes-Maritimes jusqu'aux Atlas, on assiste à un glissement très net vers les stations de plus en plus humides des diverses associations qui appartiennent à la Classe de CARICETEA CURVULAE (cf. tableau n° 25).

Toutefois, et nous ne saurions assez insister sur ce point, quelque évocatrices que soient ces conclusions tendant à établir un parallélisme étroit entre les associations des pozzines mégalatlasiques et les formations analogues pyrénéennes ou alpines, on ne saurait pousser très loin cette comparaison. La haute individualité des secteurs floristiques oro-méditerranéens se manifeste en particulier par l'existence d'unités sociologiques supérieures (Alliance ou Ordre) endémiques; d'autre part qu'il s'agisse de tourbières à cypéracées ou de pelouses hygro-mésophiles ou xérophiles, sur le Haut Atlas comme d'ail-

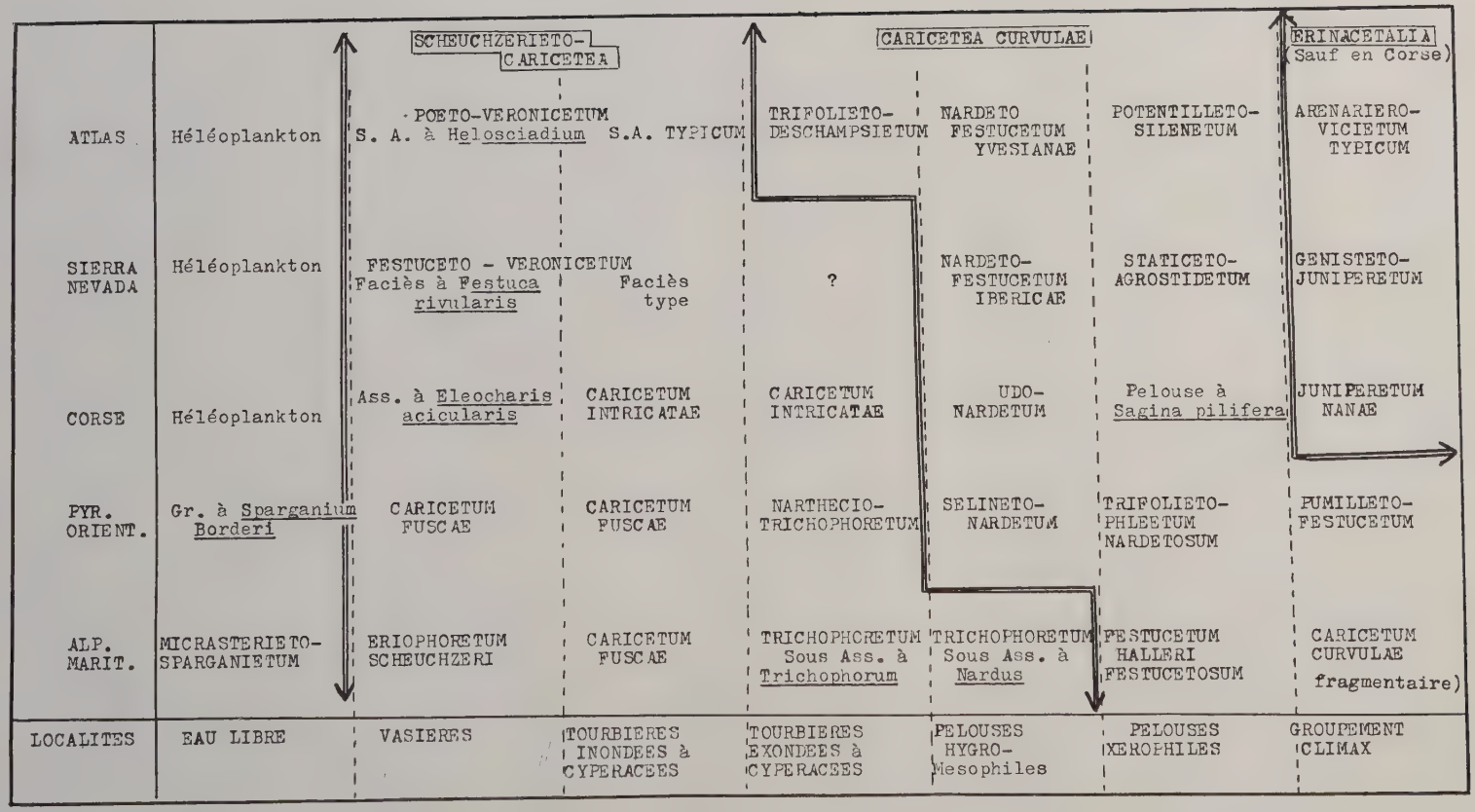

SCHEUCHZERIETO-CARICETEA
CARICETEA CURVULAE
ERINACETALIA (Sauf en Corse)
ATLAS
Héléoplankton
POETO-VERONICETUM
S. A. à Helosciadium
S.A. TYPICUM
TRIFOLIETO-DESCHAMPSIETUM
NARDETO FESTUCETUM YVESIANAE
POTENTILLETO-SILENETUM
ARENARIERO-VICIETUM TYPICUM
SIERRA NEVADA
Héléoplankton
FESTUCETO - VERONICETUM
Faciès à Festuca rivularis
Faciès type
?
NARDETO-FESTUCETUM IBERICAE
STATICETO-AGROSTIDETUM
GENISTETO-JUNIPERETUM
CORSE
Héléoplankton
Ass. à Eleocharis acicularis
CARICETUM INTRICATAE
CARICETUM INTRICATAE
UDO-NARDETUM
Pelouse à Sagina pilifera
JUNIPERETUM NANAE
PYR. ORIENT.
Gr. à Sparganium Borderi
CARICETUM FUSCAE
CARICETUM FUSCAE
NARTHECIO-TRICHOPHORETUM
SELINETO-NARDETUM
TRIFOLIETO-PHLEETUM NARDETOSUM
PUMILLETO-FESTUCETUM
ALP. MARIT.
MICRASTERIETO-SPARGANIETUM
ERIOPHORETUM SCHEUCHZERI
CARICETUM FUSCAE
TRICHOPHORETUM Sous Ass. à Trichophorum
TRICHOPHORETUM Sous Ass. à Nardus
FESTUCETUM HALLERI FESTUCETOSUM
CARICETUM CURVULAE fragmentaire)
LOCALITES
EAU LIBRE
VASIERES
TOURBIERES INONDEES à CYPERACEES
TOURBIERES EXONDEES à CYPERACEES
PELOUSES HYGRO-Mesophiles
PELOUSES XEROPHILES
GROUPEMENT CLIMAX

Tableau XXV.

leurs sur la Nevada ou la Corse, ces associations toujours extrêmement localisées, ne représentent que des groupements édaphiques, véritables enclaves de végétation de type européen, sur des montagnes que le climat général et l'ensemble de la végétation rattachent indiscutablement à la région méditerranéenne.

2) ***Groupement à Schoenus nigricans*** et ***Triglochin palustre.***

L'Alliance CARICION INTRICATAE est encore représentée sur le Haut Atlas par un groupement extrêmement localisé. Nous ne l'avons rencontré bien individualisé que dans les pozzines supérieures de l'acif m'Goun, où il végète dans les gorges situées à 1 km environ au nord-est de l'acif (relevés 1 à 4). Nous l'avons également reconnu dans les gorges de la Tessaout à 4 km environ en amont de Tamezrit, sous le Tizi n'Rhoughoult (relevé n° 4) et sur l'Andromeur à 4 km en aval de Tamda Andromeur (relevé n° 9).

Ce groupement paraît coloniser exclusivement des suintements pérennes travertineux de faible inclinaison (10 à 25 %). Son recouvrement élevé oscille entrè 70 èt 100 %.

Du point de vue floristique, il est caractérisé par trois espèces extrêmement localisées sur le Haut Atlas : *Polygala rosea* ssp. *baetica, Triglochin palustre, Linum catharticum ;* les deux dernières paraissent d'ailleurs strictement liées à cette association sur le Haut Atlas calcaire. Nous avons également rangé parmi les caractéristiques *Schoenus nigricans,* que nous n'avons pas vu en dehors de ce groupement sur les sommets du Haut Atlas calcaire.

Le cortège floristique est riche, les caractéristiques des unités supérieures bien représentées (*Viola palustris, Parnassia palustris,* espèces rappelons-le, tout à fait exceptionnelles sur l'Atlas calcaire).

Ses exigences altitudinales paraissent localiser ce groupement aux environs de l'altitude de 2 500 m; tous nos relevés proviennent de tufs travertineux édifiés par des sources pérennées très chargées de sels de calcium jaillissant au pied de falaises de calcaire compact (Lias inférieur). Le sol est constitué par quelques centimètres d'humus noirâtre déliquescent assis directement sur les formations travertineuses où s'enracinent profondément les souches de *Schoenus.*

Parmi les compagnes figurent nombre d'espèces appartenant à l'association à *Cirsium chrysacanthum* qui se développe à proximité sur les berges de l'acif.

Malgré sa rareté, l'association à *Schoenus nigricans* et *Triglochin palustre* méritait d'être signalée tant par la singularité du substrat qu'elle colonise que par l'intérêt tout spécial de son cortège floristique. Rappelons en particulier que *Linum catharticum* n'a été découvert en Afrique du Nord qu'en 1951 (cf. VINDT 1953), où l'on ignorait encore ses exigences stationnelles.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Schoenus nigricans* | 5 |
| *Polygala rosea* ssp. *baetica* | 4 |
| *Linum catharticum* | 3 |
| *Triglochin palustre* | 3 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Carex intricata* | 4 |
| *Viola palustris* | 2 |
| *Carex flava* var. *nevadensis* | 2 |
| *Parnassia palustris* | 3 |
| *Scirpus pauciflorus* | 2 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Eryngium variifolium* | 5 |
| *Lotus corniculatus* | 4 |
| *Tetragonolobus siliquosus* | 4 |
| *Juncus Fontanesii* | 3 |
| *Briza minima* | 3 |
| *Cirsium chrysacanthum* | 3 |
| *Hypochoeris angustifolia* | 3 |
| *Medicago suffruticosa* | 3 |
| *Festuca rubra* var. | 2 |
| *Helosciadium repens* | 2 |
| *Bellis coerulescens* | 2 |
| *Poa alpina* | 2 |
| *Anthoxanthum odoratum* | 2 |
| *Holcus lanatus* | 2 |
| *Campanula Mairei* | 2 |

## III. — LES GROUPEMENTS RIVULAIRES ET FONTINAUX

Assez mal développés sur le Haut Atlas où les berges caillouteuses des acifs et les sources vives susceptibles de les héberger n'existent qu'en quelques points très localisés (massif du Toubkal, du Tichka, J. Bou Ourioul) les groupements rivulaires et fontinaux, d'ailleurs toujours très fragmentaires, sont représentés uniquement par l'association à *Sagina sabuletorum* var. *atlantica* et *Stellaria uliginosa* var. *atlantica*.

Nous possédons 12 relevés de cette association; ils proviennent presque tous du Haut Atlas siliceux; mais cependant, il est possible de reconnaître le même groupement sur les bords de quelques torrents permanents du Haut Atlas calcaire.

Nos relevés proviennent des stations suivantes :

1 — J. Tichka, Haut n'Fiss : Granite. 5 m² – R. 30 % – I. 2 % H. 5 cm (3 000 m).
2 — J. Tichka, ruisseau débouchant de la pozzine inférieure. Granite : 10 m² – R. 15 % – I. 5 % – H. 10 cm (2 700 m).
3 — Haute Reraya, près du Refuge Neltner. Rhyolites : 5 m² – R. 25 % – I. 7 % – H. 15 cm (3 300 m).
4 — Haute Reraya : Sidi Chamarouche. Rhyolites : 5 m² – R. 15 % – I. 5 % – H. 10 cm (2 500 m).
5 — Bou Ourioul, ruisseau du flanc E. Rhyolites : 10 m² – R. 20 % – I. 5 % – H. 15 cm (2 750 m).
6 — Azourki : pozzine du flanc N. Marnes calcaires : 5 m² – R. 10 % – I. 5 % – H. 10 cm (2 450 m).
7 — M'Goun, bord de l'Acif m'Goun. Sédiments périglaciaires décalcifiés : 15 m² – R. 5 % – I. 1 % – H. 5 cm (2 600 m).
8 — J. Tichka, Haut n'Fiss. Granite : 2 m² – R. 80 % (3 050 m).
9 — Haute Reraya, sous le Refuge Neltner. Granite : 2 m² – R. 70 % (3 200 m).
10 — Tazerarht, près du Refuge de Lepiney. Rhyolites : 3 m² – R. 85 % (3 000 m).
11 — Bou Ourioul, ruisseau du flanc E. Rhyolites : 5 m² – R. 60 % (2 600 m).
12 — Tizi n'Tichka, ruisseau à droite du col. Marnes : 5 m² – R. 70 % (2 300 m).

Caractérisée par les deux micro-endémiques servant à la désigner, et par *Ranunculus fluitans* localisée au Maroc en quelques points du Haut Atlas siliceux, cette association entre dans l'Alliance européenne CARDAMINETO-MONTION, elle représente la vicariante atlasique des associations à *Bryum Schleicheri* des montagnes européennes.

Il est possible de distinguer dans ce groupement deux sous-associations spéciales; l'une immergée, caractérisée essentiellement par la présence de *Ranunculus fluitans*, de *Montia rivularis* et de *Philonotis seriata* forme un tapis ras à la périphérie des sources glacées et sur les berges des acifs, entre

2 000 et 3 300 m; la seconde possédant en propre *Sagina sabuletorum* var. *atlantica* et *Epilobium atlanticum* prospère, au contraire, sur les cailloutis humides situés de part et d'autre des ruisseaux.

Les facteurs écologiques régissant le SAGINETO-STELLARIETUM sont très comparables à ceux analysés à propos du BRYETUM SCHLEICHERI européen; la température de l'eau ne dépasse là jamais 8°; son *p*H est toujours voisin de 6.

Vicariante très précise du BRYETUM SCHLEICHERI, le SAGINETO-STELLARIETUM, comme toutes les autres associations hygrophiles mégalatlasiques, appartient à des unités supérieures européennes. C'est d'ailleurs indiscutablement la plus liée à l'eau de toutes les associations caractéristiques des hauts sommets marocains. C'est également celle qui, en systématique phytosociologique, présente les plus grandes analogies avec son homologuer euopéenne, puisqu'elles s'inscrivent dans la même Alliance.

Signalons enfin que sur la Sierra Nevada existe encore un BRYETUM SCHLEICHERI typique possédant diverses espèces absentes du Haut Atlas : *Sedum villosum, Veronica alpina, Epilobium alpinum, Epilobium alsinefolium, Saxifraga stellaris.*

La valeur dynamique de ce groupement a été déjà précisée dans les chapitres précédents.

— Caractéristiques de l'association :

| | | |
|---|---|---|
| *Sagina sabuletorum* var. *atlantica* | 5 | 1 |
| *Stellaria uliginosa* var. *atlantica* | 5 | 5 |
| *Epilobium atlanticum* | 1 | . |

— Différentielles de la sous-association à Ranunculus fluitans :

| | | |
|---|---|---|
| *Ranunculus fluitans* | | 5 |
| *Philonotis seriata* | | 4 |
| *Montia rivularis* | 1 | 5 |

— Compagnes principales :

| | | |
|---|---|---|
| *Veronica repens* | 3 | 1 |
| *Sedum atlanticum* | 3 | 3 |
| *Sedum melanantherum* | 3 | 1 |
| *Potentilla Tornezyana* | 1 | . |
| *Poa alpina* | 2 | 1 |
| *Festuca rubra* var. | 2 | 1 |
| *Poa annua* var. *rivularis* | 1 | 1 |
| *Mousses diverses* | 3 | 3 |

## IV. — LA VÉGÉTATION THERMOPHILE DES MARES TRANSITOIRES

La végétation thermophile des mares transitoires (ISOETETALIA) essentiellement méditerranéenne n'est pas absente des hautes montagnes d'Afrique du Nord, bien qu'elle ne présente à ce niveau aucun caractère spécial. Tout au contraire elle doit être regardée là comme fragmentaire. Sa présence mérite néanmoins d'être signalée, d'autant que la plupart des espèces participant à ce groupement atteignent ici des altitudes vraiment exceptionnelles.

Nous avons rencontré ce type de végétation sur le plateau de l'Oukaimeden dans les pozzines de la haute Tessaout et du Haut Atlas de l'Imdrhas, au Tizi n'Ouano.

Tous nos relevés se rapportent à une seule association, d'ailleurs très pauvre : l'association à *Sedum nevadense* et *Juncus pygmaeus*.

Nous en possédons 7 relevés. Ils proviennent :

— les quatre premiers : de vases humides sur le plateau de l'Oukaimeden en bordure des pozzines (2 700 m) ;

— les 5e et 6e : de stations analogues dans les pozzines de la haute Tessaout ;

— le 7e, de la pozzine située sur le flanc nord du Tizi n'Ouano (3 050 m).

Le cortège floristique de l'association est très réduit ; en plus des deux caractéristiques, les espèces suivantes permettent de la rattacher à l'Ordre des ISOETETALIA :

*Myosurus minimus*
*Elatine macropoda*
*Ranunculus lateriflorus*
*Peplis portula*
*Juncus capitatus*
*Callitriche pedunculata.*

Les deux premières de ces espèces sont nouvelles pour le Haut Atlas. Le relevé du Tizi n'Ouano est également caractérisé par *Ranunculus batrachioides*, espèce également encore inconnue sur le Haut Atlas, assez fréquente dans les dayas du Moyen Atlas, les Monts de Tlemcen et le Constantinois.

L'association végète sur les vases en bordure de trous d'eau dans les portions les plus humides des vasières ; elle se cantonne au bord des eaux dormantes dont la température diurne peut atteindre des chiffres très élevés (27° à l'Ouka le 4 juin 1954) mais nous ne l'avons jamais rencontrée au bord des eaux courantes toujours trop fraîches. Pour la même raison, la Classe des ISOETETALIA n'est pas représentée sur les bords des lacs du Haut Atlas, sauf peut-être certaines années sur les rives du lac d'Izourar (lors de notre passage en juillet 1954, ce dernier, encore plein, foulé sur ses rives par des milliers de moutons,

ne nous a montré aucun groupement végétal appartenant aux Isoetetalia).

Les surfaces occupées par les individus d'association sont très réduites et excèdent rarement le mètre carré; le recouvrement, très faible, oscille entre 5 et 20 %.

Le rôle phytodynamique de cette association est négligeable, son assèchement partiel peut toutefois conduire à la cariçaie à *Carex intricata*.

De toute façon, quelque fragmentaire que soit ce groupement, il n'en a pas moins le mérite de montrer que ce type de végétation hygrophile essentiellement fugace et dont toutes les espèces appartiennent à des *taxa* méditerranéens est susceptible de participer aux complexes de végétation constituant les pozzines du Haut Atlas, et accuse de la sorte l'individualité de ces formations, mettant l'accent sur l'importance que présente l'élément floristique méditerranéen dans leur constitution.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Sedum nevadense* | 5 |
| *Juncus pygmaeus* | 5 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Myosurus minimus* | 3 |
| *Ranunculus lateriflorus* | 3 |
| *Juncus capitatus* | 2 |
| *Elatine macropoda* | 2 |
| *Peplis portula* | 2 |
| *Callitriche pedunculata* | 1 |
| *Ranunculus batrachioides* | 1 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Polygonum equisetiforme* | 2 |
| *Scirpus pauciflorus* | 3 |
| *Plantago coronopus* | 2 |
| *Lepidium atlanticum* | 2 |
| *Poa alpina* | 2 |
| *Spergularia* sp. | 2 |
| *Potentilla maura* | 2 |

## CHAPITRE V

# LES PELOUSES SÈCHES ET MÉSOPHILES ACIDOPHILES

Sur l'ensemble des hautes montagnes nord-africaines, les dépressions où s'accumule parfois une épaisseur considérable de sable, d'argile et de matériel humique, et où subsistent assez avant dans l'été quelques traces d'humidité, sont colonisées par divers types d'associations végétales dont les caractères généraux suivants : prédominance absolue des hémicryptophytes, degré de recouvrement de la végétation très élevé, permettent l'individualisation facile. Ce sont, d'ailleurs, les seuls groupements végétaux de ces sommets, où il est possible de reconnaître un sol, parfois complexe, mais souvent, toutefois, sans horizon discernable.

La flore caractéristique est là, elle aussi, très spéciale et ne présente aucun rapport avec celle des landes à xérophytes environnantes; elle est constituée surtout par des éléments endémiques, des espèces cosmopolites, et, fait essentiel, par diverses plantes de souche alpine ou boréale largement répandues sur les sommets des montagnes d'Europe, et dont la découverte sur les sommets du Haut Atlas central en particulier a constitué une des plus grandes surprises dans l'exploration botanique de ce massif.

La signification phytosociologique exacte de cette végétation de « pozzine » pose une série de problèmes qu'il n'est possible de résoudre qu'en envisageant l'ensemble des formations analogues sur les montagnes du pourtour méditerranéen occidental.

Sur le Grand Atlas et le Moyen Atlas Oriental il est possible d'individualiser d'emblée deux types principaux dans cette végétation. Le premier est caractéristique des pozzines suintantes; il est surtout localisé sur les portions siliceuses de la chaîne. Le cortège floristique est très riche et comprend à côté d'endémiques du massif : *Trifolium humile, Agrostis atlantica, Rumex atlanticus, Lepidium atlanticum*, etc., un important contingent d'espèces alpiennes et boréales : *Nardus, Botrychium lunaria, Luzula spicata, Gentiana* div., *Agrostis rupestris*, etc. Le deuxième type, au contraire, commun à l'ensemble de la chaîne, s'il possède encore la plupart des endémiques signalées plus haut, n'abrite que peu d'orophytes européennes. Il en est de même pour les groupements vicariants des hautes montagnes de Numidie; à la suite de Humbert,

nous qualifierons ce dernier type de végétation du terme de pozzines sèches ou, plus exactement, asséchées en été (1).

Sur les sommets de la Sierra Nevada nous avons reconnu ces deux types principaux de végétation, mais les pozzines suintantes présentent là un développement beaucoup plus considérable que sur le Grand Atlas. Les espèces endémiques y sont nombreuses (*Trifolium glaerosum, Lotus glareosus, Meum nevadense, Plantago Thalackeri*, etc...) et nous y retrouvons à peu près les mêmes espèces alpiennes que sur le Grand Atlas, avec en plus toutefois : *Gnaphalium supinum, Antennaria dioica, Ranunculus pyrenaeus, Vaccinium uliginosum, Gentiana alpina.* Dans les pozzines sèches, *Agrostis nevadensis* et *Plantago subulata* var. *nevadensis* jouent un rôle important.

Sur les sommets de la Corse (cf. en part. DE LITARDIÈRE et MALCUIT, 1926), ces deux types de pozzine sont également bien représentés, et floristiquement très proches de leurs homologues nevadéennes ou atlasiques. Diverses espèces endémiques les caractérisent : *Gagea Soleirolii, Ranunculus Marschlinsii, Armeria multiceps, Pinguicula corsica* en particulier, et à peu de chose près, les mêmes espèces alpiennes s'y rencontrent également. Les pozzines sèches sont en majeure partie constituées par des pelouses à *Plantago subulata* var. *insularis.*

En l'absence de documents sur les formations analogues des hautes montagnes de Sicile et du Sud Italien, il est possible de séparer très nettement la végétation de pozzines dans les trois régions précitées, des pelouses à Nard largement répandues sur toutes les montagnes européennes. Si déjà les facteurs climatiques généraux sont très différents sur les montagnes méditerranéennes et sur les systèmes orographiques de type européen, les critères floristiques purs sont à eux seuls susceptibles de séparer ces deux types de végétation. Les pozzines de montagnes méditerranéennes possèdent en effet en propre un nombre considérable d'espèces endémiques, alors que les Nardaies pyrénéennes ou alpiennes sont au contraire, essentiellement caractérisées par une flore très uniforme.

D'ailleurs dans les trois massifs précités, divers types d'endémiques dérivent incontestablement d'une souche unique et ne traduisent en fait qu'une ségrégation secondaire à des isolements géographiques anciens; l'existence de vicariantes systématiques et écologiques est d'ailleurs très fréquente, nous l'avons vu, de l'un à l'autre des massifs envisagés ici; quelques autres se retrouvent d'ailleurs même sur la chaîne des Pyrénées.

Nous avons dressé dans le tableau ci-dessous la liste des espèces vicariantes caractéristiques des pozzines ou des Nardaies du Grand Atlas, de la Sierra Nevada et de Corse; toutes ces espèces, nous l'avons vu, appartiennent à des

(1) Il est bien évident, que seules les pozzines suintantes sont comparables aux formations végétales corses pour lesquelles BRIQUET a créé le terme. Néanmoins, nous avons cru utile de conserver le terme de HUMBERT, pour ces pelouses rases à recouvrement élevé, d'où toute trace d'humidité est absente pendant les mois d'été. Du point de vue biogéographique, il est en effet normal de rapprocher très étroitement pozzines suintantes et pozzines sèches, car leur flore, où l'élément eurasiatique est assez largement représenté, s'oppose radicalement, à celle des garrigues montagnardes et des pelouses écorchées xérophiles où l'élément méditerranéen domine à peu près exclusivement. La phytosociologie démontre d'ailleurs très clairement les étroites affinités qui existent entre pozzines suintantes et pozzines sèches, tant du point de vue taxonomique que phytodynamique.

lignées anciennes et peuvent être considérées comme autochtones dans chacun de ces massifs depuis bien avant les glaciations.

Le Grand Atlas en possède 11, la Sierra Nevada 16, la Corse 4 (à notre connaissance).

| HAUT ATLAS | SIERRA NEVADA | CORSE |
|---|---|---|
| *Agrostis atlantica* | *Agrostis nevadensis* | |
| *Gagea dyris* | *Gagea nevadensis* | *Gagea Solierolii* |
| *Ranunculus dyris* | | |
| *Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* | *Ranunculus demissus* var. *hispanicus* | *Ranunculus Marschlinsii* |
| *Plantago subulata* var. *atlantis* | *Plantago subulata* var. *nevadensis* | *Plantago subulata* var. *insularis* |
| *Gentiana atlantica* | *Gentiana Boryi* | |
| *Trifolium humile* | *Trifolium glareosum* | |
| *Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum* | *Lepidium stylatum* | |
| *Leontodon atlanticum* | *Leontodon microcephalum* | |
| *Campanula Mairei* | *Campanula Herminii* | |
| | *Armeria splendens* | *Armeria multiceps* |
| *Gentiana Tornezyana* | | |
| *Taraxacum microcephalum* | | |
| | *Jasione amethistina* | |
| | *Lotus glareosus* | |
| | *Plantago Thalackeri* | |
| | *Herniaria frigida* | |
| | *Pyrethrum radicans* | |

Ces espèces qui se retrouvent pour la plupart dans la majeure partie des groupements de pozzines de chacun de ces massifs, permettent de caractériser des unités phytosociologiques supérieures de 1 degré (alliance). Nous avons retenu pour les nommer : *Trifolium humile* sur le Grand Atlas et *Plantago Thalackeri* sur la Sierra Nevada.

Ainsi, sur le Grand Atlas, les associations de pozzines se groupent dans l'Alliance Trifolion Humilis (9 associations) et sur la Sierra Nevada dans l'Alliance Plantaginion Thalackerii (3 associations).

L'ensemble des espèces appartenant à la flore orophile européenne, est également digne d'intérêt tant dans sa composition globale que dans les variations que subissent divers de ses constituants sur les divers systèmes orographiques s'inscrivant dans la zone de montagnes méditerranéennes. Si l'on se conforme encore ici strictement dans le domaine des pelouses xéro-mésophiles, nous avons figuré dans le tableau ci-dessous les variations de ce contingent sur le Grand Atlas, la Sierra Nevada et les montagnes de Corse.

| HAUT ATLAS | SIERRA NEVADA | CORSE |
|---|---|---|
| *Nardus stricta* | *Nardus stricta* | *Nardus stricta* |
| *Luzula spicata* | *Luzula spicata* | *Luzula spicata* |
| *Botrychium lunaria* | *Botrychium lunaria* | *Botrychium lunaria* |
| *Sagina saginoides* var. plur. | *Sagina saginoides* var. plur. | *Sagina saginoides* |
| *Gentiana tenella* | *Gentiana tenella* | |
| *Gentiana verna* ssp. *Peneti* | *Gentiana verna* | |
| *Euphrasia minima* ssp. *Wilkommii* | *Euphrasia minima* ssp. *Wilkommii* | |
| *Saxifraga globulifera* var. *glaucescens* | *Saxifraga globulifera* var. *glaucescens* | |
| *Galium pumillum* var. *atlanticum* | *Galium pumillum* var. *nevadense* | |
| *Agrostis rupestris* var. *atlantis* | | *Agrostis rupestris* |
| *Meum athamanticum* | *Meum nevadense* | *Meum athamanticum* |
| *Polygonum bistorta* var. *griseum* | *Polygonum bistorta* | |
| | *Antennaria dioica* var. *congesta* | *Antennaria dioica* |
| | *Sibbaldia procumbens* | *Sibbaldia procumbens* |
| | *Vaccinium uliginosum* var. *nanum* | |
| | *Ranunculus pyrenaeus* var. *uniflorus* | |
| | *Gentiana alpina* | |
| | *Gnaphalium supinum pusillum* | |

Si quelques-unes d'entre elles, ne présentent aucune variation notable sur l'ensemble de ces massifs, la majeure partie au contraire, y est représentée par des variétés endémiques.

Dans le premier groupe, il faut surtout citer *Nardus stricta, Luzula spicata, Botrychium lunaria, Agrostis rupestris* (absent sur la Sierra Nevada). Par la présence de ces espèces, il est possible de rapporter l'ensemble des associations de pozzine sur les hautes montagnes méditerranéennes à la Classe des CARICETEA CURVULAE Il convient également, à ce propos, de signaler le rôle de station refuge joué par les pozzines sur les hautes montagnes méditerranéennes pour diverses espèces caractéristiques dans les Pyrénées ou les Alpes, de types de végétation absents des régions ici étudiées. Tel est le cas de *Vaccinium uligi-*

*nosum*, caractéristique du RHODORETO-VACCINION, de *Gnaphalium supinum* et de *Sibbaldia procumbens* caractéristique du SALICION HERBACEAE qui se retrouvent sur la Sierra Nevada où ils deviennent, dont deux, dans des variétés endémiques, caractéristiques d'une association (VACCINIETO-RANUNCULETUM ACETOI SELLIFOLII) appartenant à l'Alliance PLANTAGINION THALACKERI. De même sur le Grand Atlas, *Gentiana verna* et *Gentiana tenella* caractéristiques sur les Alpes de la Classe des ELYNETO-SESLERIETALIA, deviennent exclusives, la première dans une ssp. endémique, d'une association appartenant à l'Alliance TRIFOLION HUMILIS (cf. *infra*).

D'une façon plus générale d'ailleurs, diverses espèces appartenant à des lignées alpiennes, se retrouvent dans la même variété spéciale à l'ensemble de ces massifs dans les pozzines du Grand Atlas, de la Sierra Nevada, et peut-être de Corse.

Il s'agit de :

*Sagina saginoides* var. *nevadensis*
*Sagina saginoides* ssp. *parviflora*
*Euphrasia minima* ssp. *Willkommii*
*Saxifraga granulata* var. *glaucescens*.

Ces plantes permettent de grouper du point de vue phytosociologique en une unité supérieure de deuxième degré (Ordre) l'ensemble de la végétation de pozzines suintantes et sèches sur les massifs suscités. Le vocable d'UDO-NARDETUM ayant déjà été proposé par M. DE LITARDIÈRE pour désigner ces formations nous qualifierons cet Ordre par le terme d'UDO-NARDETALIA.

***

Onze associations représentent en Afrique du Nord l'Ordre des UDO-NARDETALIA. Elles entrent toutes dans l'Alliance TRIFOLION HUMILIS.

Neuf sont caractéristiques des montagnes marocaines. Ce sont :

— soit des groupements de pozzines suintantes :

association à *Gentiana tenella* et *Agrostis rupestris* (GENTIANETO-AGROSTIDETUM)

association à *Nardus stricta* et *Festuca rubra* var. *Yvesiana* (NARDETO-FESTUCETUM YVESIANAE)

association à *Festuca rubra* et *Gentiana ciliata* (FESTUCETO-GENTIANETUM)

association à *Poa alpina* et *Anacyclus atlanticus* (POETO-ANACYCLETUM)

association à *Potentilla Torneziana* et *Rorippa atlantica* (POTENTILLETO-RORIPPETUM)

association à *Trifolium repens* et *Deschampsia coespitosa* (TRIFOLIETO-DESCHAMPSIETUM) ;

— soit des groupements de pozzines sèches :

association à *Potentilla pennsylvanica* var. *hispanica* et *Silene heterodonta* var. *Thomsoni* (POTENTILLETO-SILENETUM)

association à *Festuca hystrix* et *Taraxacum atlanticum* (FESTUCETO-TARAXACETUM)

association à *Raffenaldia platycarpa* et *Ranunculus montanus* var. *mesatlanticus* (RAFFENALDIETUM-PLATYCARPAE).

Deux sont localisées au contraire sur les hautes montagnes de Numidie :

association à *Alopecurus Gerardi* et *Romulea Battandieri* (ALOPECURETO-ROMULEETUM)

groupement à *Ranunculus montanus* var. *aurasiacus* et *Romulea Vaillanti* (RANUNCULETO-ROMULEETUM).

## A. — LES ASSOCIATIONS DE POZZINES SUINTANTES SUR LE HAUT ATLAS SILICEUX

Les cinq associations qui s'intègrent dans ce groupe sont caractérisées par des critères floristiques et des exigences écologiques strictes qui assignent à chacune d'elles des stations bien définies. Nous les envisagerons successivement.

### 1° Association à *Nardus stricta* et *Festuca rubra* var. *Yvesiana.*

Ce groupement répandu sur tous les sommets du Haut Atlas Central et Occidental se présente comme une pelouse fermée où les deux espèces qui permettent de le désigner dominent d'une façon absolue. La hauteur de la végétation n'excède pas 20 cm, l'inclinaison du sol oscille en général entre 0 et 20 %.

Localisé à des altitudes comprises entre 2 400 et 3 200 m, mais toujours sur le versant atlantique du massif, le NARDETO-FESTUCETUM YVESIANAE est une association rare, toujours très localisée et n'occupant que des surfaces fort réduites; il faut se souvenir à ce propos que la découverte de *Nardus stricta* sur le Haut Atlas ne remonte qu'à 1921 (cf. MAIRE).

Voici 11 relevés de cette association. Ils proviennent des localités suivantes :

Massif du Tichka (Grand Atlas occidental, Substrat granitique) :

1 — Première pozzine (à partir du Tizi n'Ouanouns) : R. 100 % – I. 7 % (2 650 m).
2 — Deuxième pozzine : R. 100 % – I. 6 % (2 700 m).
3 — Deuxième pozzine : R. 100 % – I. 10 % (2 700 m).
4 — Troisième pozzine : R. 100 % – I. 5 % (2 800 m).

Grand Atlas central (substrat éruptif acide, rhyolites, andésites) :

5 — J. Bou Ourioul, flanc E. : R. 100 % – I. 15 % (2 600 m).
6 — J. Bou Ourioul, flanc E. : R. 100 % – I. 15 % (2 750 m).
7 — Haute Reraya, Sidi Chamarouche : R. 100 % – I. 18 % (2 700 m).
8 — Haute Reraya, cirque d'Immouzer : R. 100 % – I. 10 % (2 800 m).
9 — Isougane Ouagouns : R. 100 % – I. 15 % (2 850 m).
10 — Environs du Refuge de Lepiney : R. 100 % – I. 15 % (2 900 m).
11 — Oukaimeden, bord du ruisseau descendant de l'Angour : R. 100 % – I. 5 % (2 650 m).

Bien qu'effectué en des localités très distantes, le cortège floristique de ce groupement est extrêmement homogène; il est impossible de déterminer diverses sous-associations, ou même divers faciès caractéristiques des différents massifs où prospère ce groupement.

Nous avons retenu cinq espèces comme caractéristiques. Ce sont trois Graminées : *Nardus stricta*, *Festuca rubra* ssp. *eu-rubra* var. *Yvesiana*, *Anthoxanthum odoratum* var. *villosum*; une Amarylidacée : *Narcissus bulbocodium* var. *nivalis*, et *Luzula multiflora* var. *congesta* encore inconnue sur le Haut Atlas.

| Numéros des relevés : | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | II |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Caractéristiques de l'association: | | | | | | | | | | | |
| Nardus stricta | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | + | 4 | I |
| Festuca rubra var.Yvesiana | 3 | . | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| Narcissus Bulbocodium var. nivalis | I | I | I | I | I | I | 2 | I | I | I | I |
| Anthoxanthum odoratum | . | I | 2 | 2 | I | 2 | I | I | I | I | I |
| Luzula multiflora var.congesta | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I |
| Caractéristiques de l'Alliance : | | | | | | | | | | | |
| Trifolium humile | 3 | . | 2 | . | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | + | I |
| Ranunculus montanus var. aurasiacus | + | 2 | 2 | I | I | I | . | I | . | I | . |
| Gentiana atlantica | 2 | 2 | 2 | . | + | + | . | + | 3 | . | + |
| Lepidium hirtum ssp.atlanticum | . | . | + | . | I | . | I | . | + | + | + |
| Leontodon atlanticum | I | I | . | 2 | I | I | . | I | . | + | + |
| Agrostis atlantica | . | . | . | . | . | . | I | I | . | 3 | . |
| Caractéristiques de l'Ordre et de la Classe : | | | | | | | | | | | |
| Sagina saginoides var. nevadensis | I | . | + | . | + | + | . | I | I | 2 | . |
| ssp.parviflora | . | . | . | . | + | . | . | + | . | + | . |
| Euphrasia minima ssp.Wilkommii | . | . | . | . | + | + | I | + | . | + | I |
| Spergularia rubra ssp.ereophila | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . |
| Botrychium lunaria | I | . | I | I | + | + | + | . | . | . | + |
| Luzula spicata | . | . | . | + | . | + | . | . | . | + | . |
| Polygonum Bistorta | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I |
| Meum athamanticum | . | . | . | . | + | I | . | . | . | . | . |
| Compagnes principales : | | | | | | | | | | | |
| Juncus fontanesii var. melanocephalus | I | + | + | . | + | I | . | . | I | I | I |
| Cerastium arvense var.strictus | I | I | . | . | . | I | . | . | . | + | I |
| Carex flava var. nevadensis | . | I | . | . | . | . | . | . | . | + | . |
| Carex intricata | . | . | I | I | . | . | + | . | . | . | . |
| Trifolium repens | . | . | I | 2 | . | . | I | I | . | . | . |
| Festuca Yvesii | . | . | . | I | + | . | I | . | . | . | . |
| Festuca marocana | . | . | . | I | . | . | . | . | . | + | . |
| Plantago coronopus | . | . | . | . | . | 2 | + | . | I | + | . |
| Poa alpina | . | . | . | . | . | + | . | I | I | . | . |
| Alchimilla arvensis | . | . | . | . | I | . | + | + | . | + | + |
| Viola palustris | . | . | . | . | . | I | . | + | + | . | + |
| Parnassia palustris | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . |
| Lotus corniculatus | . | . | . | . | I | I | I | . | . | . | . |
| Bellis coerulescens | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . |
| Campanula Mairei | . | . | . | . | + | + | . | . | + | . | . |
| Myosotis alpestris var. albomarginata | . | . | . | . | . | . | + | + | + | . | . |

Tableau XXVI.

Les quatre premières espèces sont très abondantes dans le groupement et ne manquent pratiquement dans aucun relevé. Le cortège floristique assez bien représenté (52 espèces et 12 accidentelles) est exclusivement constitué d'hémicryptophytes. Les caractéristiques de l'Alliance, de l'Ordre et de la Classe sont nombreuses et bien développées. Parmi les compagnes, il convient

de citer un lot important d'espèces hygrophiles appartenant à des associations territorialement voisines : *Juncus* div. *Carex* div. *Parnassia, Viola palustris, Sedum melanantherum, Cerastium cerastoides* en particulier.

***

Les quelques-uns des facteurs écologiques régissant ce groupement que nous avons pu étudier, présentent suffisamment de particularités pour expliquer la présence sur le Grand Atlas, de ce type de végétation, comme d'ailleurs de plusieurs autres floristiquement et écologiquement affines. En effet, comme nous l'avons exposé plus haut, les associations nord-africaines appartenant à l'Alliance Trifolion Humilis, bien que présentant une individualité très accusée, peuvent se rapporter à la Classe de Caricetea Curvulae essentiellement caractéristique des étages sub-alpin des montagnes européennes. Comme nous aurons l'occasion de le voir dans ce paragraphe et dans les suivants, l'analyse des facteurs écologiques apporte une preuve de poids à cette affirmation établie uniquement d'après des critères floristiques, et qui plus est, permet de formuler diverses explications aux raisons qui ont permis le maintien de ce type de végétation sur les montagnes nord-africaines.

### Les facteurs édaphiques.

De toutes les associations végétales que nous avons eu l'occasion d'étudier sur les hautes montagnes nord-africaines, le Nardeto Festucetum est certainement une des seules qui soit caractérisée par un type de sol évolué et complexe.

Les diverses coupes de sol effectuées dans cette association se ramènent à deux types principaux dont l'un, le plus complexe, est spécifique, sur le Haut Atlas, du groupement ici étudié.

Dans ce cas, qui caractérise tous les individus d'association prospérant dans des pozzines suintantes de cuvette, l'épaisseur du sol est considérable : elle oscille entre 40 et 150 cm. Il est facile d'y discerner quatre horizons :

— un horizon A° peu épais (3 à 8 cm) noirâtre, essentiellement constitué de débris en cours d'humification entremêlés de racines nombreuses;

— un horizon A1 plus épais (10-20 cm), humifère, brun noirâtre friable, encore riche en racines, représentant un stade plus évolué dans l'humification des débris végétaux qui constituent le sol;

— un horizon A2, épais de 15 à 25 cm constitué d'humus noirâtre sans racines et sans débris minéraux. Cet horizon A2 repose sur une zone plus ou moins épaisse (10-50 cm) constituée exclusivement par une tourbe à cypéracées gorgée d'eau, acide, ne représentant aucune tendance à s'humifier et absolument analogue à celle qui se rencontre dans les tourbières à laîches encore vivantes de la chaîne.

Cet horizon tourbeux repose sur la roche mère ou, plus exactement, sur les sables grossiers qui proviennent de sa désintégration.

Le deuxième type de profil présente de grandes analogies avec le précédent; toutefois seuls les horizons A°, A1 et A2 sont représentés et en général moins bien développés. L'horizon A2 repose directement sur la roche mère; il n'existe pas de zone de tourbe à Cypéracées. Ce type est caractéristique des petites pozzines de pentes très réduites, situées au niveau d'un suintement pérenne ou au pied de rochers humides.

Nous donnons ci-dessous les caractéristiques principales de deux prélèvements de sol correspondant aux deux types qui viennent d'être définis :

1° J. Tichka, deuxième pozzine (2 950 m).

— Profil pédologique :

A° — 5 cm de sol humifère noirâtre, riche en débris végétaux.

| | | |
|---|---|---|
| pH | | 7,05 |
| Humus °/₀₀ | | 41,6 |
| Débris végétaux | | 39,7 % |
| Granulométrie % : | Sables grossiers | 21 % |
| | Sables fins | 18 % |
| | Limons | 15 % |
| | Argiles | 5 % |

A1 — 40 cm d'humus de type alpin noirâtre avec débris végétaux non humifiés, friable, sans pierres.

| | | |
|---|---|---|
| pH | | 6,2 |
| Humus °/₀₀ | | 64,6 |
| Débris végétaux | | 31,7 % |
| Granulométrie % : | Sables grossiers | 9 % |
| | Sables fins | 15 % |
| | Limons | 32 % |
| | Argiles | 13 % |

A2 — 60 cm de tourbe à Cypéracées légèrement humifiée en surface, compacte, noirâtre.

| | | |
|---|---|---|
| pH | | 6,2 |
| Humus °/₀₀ | | 45 |
| Débris végétaux | | 32 % |
| Granulométrie % : | Supérieur à 1 mm | 24 % |
| | Compris entre 0,5 et 1 mm | 12 % |
| | Compris entre 0,2 et 0,5 mm | 19,5 % |
| | Compris entre 0,1 et 0,2 mm | 6,5 % |
| | Inférieur à 0,1 mm | 6,0 % |

C — Sables granitiques très épais, plus ou moins colmatés.

| | | |
|---|---|---|
| pH | | 6,3 |
| Humus °/₀₀ | | 16,9 |
| Débris végétaux | | 2,4 % |
| Granulométrie % : | Cailloutis | 27 % |
| | Sables grossiers | 51 % |
| | Sables fins | 12 % |
| | Limons | 8 % |

2° J. Siroua, pozzine du flanc W (3 000 m), Inclinaison 25 %.

— Profil pédologique :

A° — 10 cm d'humus alpin noirâtre, riche en racines, grumeleuses.

A1 — pH . . . . . 6,0
Humus °/₀₀ : . . . . . 27,4
Débris végétaux . . . . . 7,8 %
Granulométrie % : Cailloutis. . . . . 5 %
Sables grossiers. . . . . 18 %
Sables fins . . . . . 25 %
Limons . . . . . 31 %
Argiles. . . . . 13 %

C — Roche mère constituée de sables volcaniques imprégnés d'humus :
pH. . . . . 6,4
Humus °/₀₀ . . . . . 12,8

Débris végétaux. . . . . traces
Granulométrie % : Cailloutis. . . . . 24 %
Sables grossiers. . . . . 36 %
Sables fins. . . . . 35 %
Limons . . . . . 5 %

Nous avons, pour illustrer ces résultats, fait figurer sur un graphique où sont portés en abcisses, les divers horizons du premier des deux profils pédologiques étudiés plus haut.

Nous y avons représenté :

— les variations du *p*H (trait épaissi);

— les variations de la teneur du sol en humus (tirets);

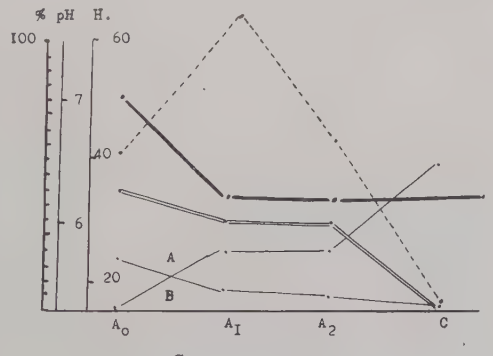
— les pourcentages respectifs en débris végétaux (trait doublé);

— le pourcentage respectif des sédiments supérieurs à 1 mm (A) et inférieurs à 1 mm (B).

Les résultats suivants y apparaissent nettement :

— Le *p*H se maintient aux environs de la valeur 6,1-6,3, sauf en surface où il atteint 7.

— La teneur du sol en humus est maximum au niveau de l'horizon A1 où elle atteint le chiffre considérable de 64,6 °/₀₀; elle décroît ensuite progressivement aussi bien vers la surface qu'en profondeur; elle conserve toutefois des valeurs toujours élevées.



Graphique 10.

— La teneur du sol en débris végétaux non humifiés décroît progressivement depuis la surface jusqu'à la roche mère; ses valeurs sont également élevées.

— Les sédiments supérieurs à 1 mm au contraire croissent depuis la surface; ils arrivent à représenter près de 50 % des sédiments totaux au niveau de la couche de sable.

L'étude des sols dans le NARDETO-FESTUCETUM montre donc dans l'ensemble, un profil et une constitution sensiblement analogue à celle des groupements alpins appartenant à la Classe des CARICETEA-CURVULAE et qui constituent sur cette chaîne les pelouses alpines et sub-alpines.

Un fait est toutefois remarquable sur le Grand Atlas : c'est l'existence quasi absolue en profondeur, dans le groupement étudié ici, d'une couche de tourbe à cypéracées fossile analogue à celle qui se trouve encore dans les tourbières à cypéracées voisines. Cette constatation, que nous avons faite également dans les pozzines de la Sierra Nevada paraît indiquer le remplacement, à une période relativement récente, des marais à laîches par la pelouse à Nard et, partant, un assèchement du climat puisqu'à l'heure actuelle, les tourbières à cypéracées sont étroitement localisées dans les portions les plus humides des pozzines, le NARDETO-FESTUCETUM se rencontrant dans les parties environnantes en général desséchées en surface durant l'été.

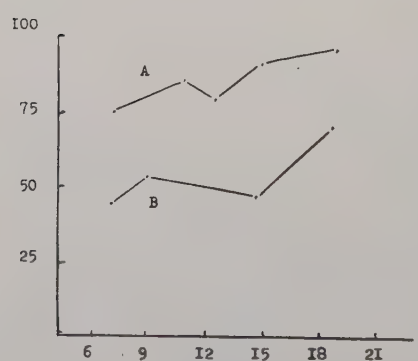
### Les facteurs climatiques.

*Les températures* accusées dans l'association sont en général faibles. Bien que nous ne possédions que peu de renseignements, il est possible toutefois de schématiser de la sorte les variations thermiques nycthémérales au sol dans le groupement.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 h. | 8°7 | 16 h. | 20°8 |
| 8 h. | 10° | 18 h. | 16°4 |
| 10 h. | 18°6 | 20 h. | 12°6 |
| 12 h. | 23°2 | 22 h. | 11° |
| 14 h. | 24° | | |

*Humidité relative :*

Nos mesures ont été effectuées sur le plateau du Tichka, des Seksaoua et dans le massif du Toubkal (juin-juillet 1951 — 12 mesures) (A). Ces chiffres sont considérablement supérieurs encore à ceux obtenus pour les garrigues à xérophytes épineux environnantes; par contre, ils sont assez voisins, mais supérieurs encore, à ceux que GUINOCHET indique pour son association à *Alopecurus Gerardi* et *Ranunculus pyrenaeus* (Nardaie sub-alpine — alpine des Alpes-Maritimes) (B). La plus grande humidité des Nardaies sub-alpines atlasiques explique ces divergences. En effet, alors que sur les Alpes-Maritimes, l'humidité relative de l'ALOPECURETO-RANUNCULETUM à 5 cm du sol ne dépasse guère en



GRAPHIQUE II.

juillet, à midi, 60 %, sur l'Atlas, les valeurs que nous avons mesurées aux mêmes époques dans le NARDETO-FESTUCETUM ne descendent guère au-dessous de 75 %.

Les Nardaies sub-alpines atlasiques exigent donc pour se développer un micro-climat plus froid et plus humide que leurs vicariantes européennes, ceci sans doute pour s'assurer une marge de sécurité vis-à-vis des années de sécheresse, de plus en plus fréquentes, semble-t-il.

***

Le NARDETO FESTUCETUM YVESIANAE ne joue pas un rôle important dans la constitution du paysage végétal du Grand Atlas Central et Occidental, bien qu'il représente dans ces massifs, à des altitudes comprises entre 2 400 et 3 200 m, un indiscutable climax édaphique. En effet, son aire relative ne saurait guère dépasser 2 à 3 % de la surface totale du sol dans cette zone.

Toutefois, ces pelouses, pour si réduites qu'elles soient, représentent pour les troupeaux un pâturage de choix; certainement d'ailleurs, le plus productif de tous ceux des montagnes marocaines. De nombreux « azibs » se rencontrent à leurs environs et un véritable respect religieux s'attache chez les populations, indigènes, à ces providentiels pâturages ou agdals, justifiant les réjouissances qui accompagnent la montée des troupeaux à ces alpages.

Sur le plateau du Tichka, où ces pelouses humides, d'ailleurs fort complexes du point de vue phytosociologique, présentent un développement exceptionnel, plusieurs tribus amènent leurs troupeaux au pâturage, et chacune d'entre elles possède ses territoires propres dans les limites et les modalités d'usage réglées par des textes écrits souvent très anciens.

L'intensité des pâturages par les troupeaux du NARDETO-FESTUCETUM, comme d'ailleurs des autres associations appartenant à l'Alliance TRIFOLION HUMILIS, revêt une acuité insoupçonnable en Europe. Tous les jours de notre séjour dans le massif du Toubkal, nous avons vu trois troupeaux différents venir à tour de rôle pâturer une petite pelouse à Nard, grande tout au plus de 50 m² située en aval du refuge Neltner. Il est bien évident qu'en de pareilles conditions l'extension du groupement est irréalisable. Sa persistance tient déjà du miracle.

***

Le rôle que joue le NARDETO FESTUCETUM dans l'évolution du tapis végétal, bien que fort limité, n'en présente pas moins un intérêt considérable ; nous aurons l'occasion de revenir sur ce point après avoir envisagé la constitution floristique et les exigences écologiques des associations végétales avec lesquelles il entre en rapport.

***

Le NARDETO-FESTUCETUM YVESIANAE est strictement localisé sur les portions siliceuses du Grand Atlas. Tout le Grand Atlas Oriental calcaire,

bien que présentant quelques pozzines suintantes, ne possède pas ce groupement. Si des pelouses à *Festuca rubra* var. *Yvesiana* s'y rencontrent, elles représentent une association différente. *Festuca rubra* var. *Yvesiana* joue également un rôle important dans la constitution des pâturages de type pseudo-alpin sur tous les plateaux du Moyen Atlas que R. Negre (1952) vient de décrire dans les environs d'Aïn Leuh. Un groupement affine semble exister sur le Rif où il occupe en particulier les prairies tourbeuses de tout le massif du Tidighin.

Floristiquement beaucoup plus pauvre que le Nardeto-Festucetum Yvesianae mégalatlasique, il possède encore toutefois dans son cortège floristique : *Nardus, Festuca Yvesiana, Anthoxanthum odoratum, Botrychium lunaria, Lepidium atlanticum.*

Nous avons décrit sur la Sierra Nevada une association à *Nardus stricta* et *Festuca rubra* var. *iberica* qui doit être considérée comme la vicariante très précise, tant écologique que floristique, du Nardeto-Festucetum Yvesianae. Nous avons signalé précédemment le parallélisme saisissant existant entre les Alliances Plantaginion Thalackeri nevadéenne et Trifolion Humilis atlasique. Le même parallélisme se retrouve entre diverses associations constituant ces alliances. Nous avons représenté côte à côte dans le tableau ci-dessous, la composition floristique de ces deux associations, en groupant sur la même ligne les espèces connues ou vicariantes, pour en faire ressortir toutes les analogies.

| Nardeto-Festucetum Yvesianae | Nardeto Festucetum Ibericae |
|---|---|
| — Caractéristiques de l'association : | |
| *Nardus stricta* | *Nardus stricta* |
| *Festuca rubra Yvesiana* | *Festuca rubra iberica* |
| *Anthoxanthum odoratum villosum* | *Anthoxanthum odoratum villosum* |
| *(Trifolium humile)* | *Trifolium glareosum* |
| *Narcissus bulbocodium nivalis* | |
| *Luzula multiflora* var. | *Luzula multiflora* |
| — Caractéristiques des alliances : | |
| *Agrostis atlantica* | *Agrostis nevadensis* |
| *Gentiana atlantica* | *Gentiana Boryi* |
| *Leontodon atlanticum* | *Leontodon microcephalum* |
| *Rumex atlanticum* | » |
| *Lepidium atlanticum* | *(Lepidium stylatum)* |
| » | *Plantago Thalackeri* |
| » | *Lotus glareosus* |
| » | *Jasione amethystina* |

— Caractéristiques de l'Ordre et de la Classe :

*Sagina saginoides* var. *nevadensis*
*Sagina saginoides* ssp. *parviflora*
*Saxifraga globulifera glaucescens*
*Euphrasia Wilkommii*
*Spergularia oreophila*
*Botrychium lunaria*
*Meum athamanticum* (ss. lato)
*Luzula spicata*, etc.

Il est difficile de trouver concordance plus précise, concordance se retrouvant d'ailleurs même dans les compagnes. Les profils pédologiques dans ces deux associations sont également sensiblement identiques. Nous avons déjà signalé l'existence dans le NARDETO-FESTUCETUM IBERICAE d'un horizon de tourbe à cypéracées existant à la base du profil.

2° Association à ***Gentiana tenella*** et ***Agrostis rupestris*** var. ***atlantis.***

Toujours rare et fragmentaire, l'association à *Gentiana tenella* et *Agrostis rupestris* est localisée strictement dans le Grand Atlas central; elle est essentiellement caractéristique des hautes vallées du massif du Toubkal et surtout de la haute Reraya. Son amplitude altitudinale oscille entre 3 000 et 3 600 m. Au-dessous de ces altitudes, elle cède peu à peu la place au NARDETO-FESTUCETUM qui vient d'être étudié; au-dessus, au POETO-ANACYCLETUM (cf. *infra*).

Ici encore, il s'agit d'une pelouse à graminées dominantes, en général fermée, prospérant sur le pourtour de suintements, ou sur le bord des acifs. La surface des individus d'association est très exigüe et n'excède jamais 10 m²; l'inclinaison est en général assez forte (10 à 25 %), il s'agit donc presque toujours d'une pozzine suintante de pente.

Nous possédons 8 relevés de cette association. Ils proviennent des localités suivantes (substrat éruptif acide) :

1 — Ravin d'Imouzer, au-dessus de la 1re cascade : R. 100 % – I. 10 % (3 150 m).
2 — Ravin d'Imouzer, au-dessus de la 2e cascade : R. 100 % – I. 18 % (3 200 m).
3 — Près du refuge Neltner, vord de l'Acif : R. 100 % – I. 5 % (3 150 m).
4 — Irhzer Ikhelloun, en bas du ravin : R. 100 % – I. 15 % (3 200 m).
5 — Amrharhas n'Igloua, rive droite bas du ravin : R. 100 % – I. 30 % (3.350 m).
6 — Amrharhas n'Igloua, rive droite, bas du ravin : R. 100 % – I. 30 % (3 320 m).
7 — Irhzer n'bou Imrhaz, bas du ravin : R. 100 % – I. 18 % (3 350 m).
8 — Agoudal n'bou Idarène, au-dessus du refuge Lepiney : R. 100 % – I. 20 % (3 150 m).

Nous avons retenu sept espèces pour caractériser cette association; parmi celles-ci figurent trois gentianes : *Gentiana tenella, Gentiana verna* ssp. *Peneti* et *Gentiana Tornezyana*. La valeur biogéographique de ces espèces auxquelles on peut joindre *Gentiana atlantica* est très diverse : *Gentiana tenella* et *Gentiana verna*, ici dans sa sous-espèce *Peneti* endémique, sont largement répandues sur tous les systèmes montagneux européens. *Gentiana atlantica* appartient elle aussi à une lignée eurasiatique représentée au nord de la Méditerranée par *Gentiana pyrenaica* et sur la Sierra Nevada par *Gentiana Boryi*. *Gentiana Tornezyana* enfin, type monospécifique d'une section très spéciale, est un endémique strict du massif du Toubkal (1). Il est fort remarquable de trouver

(1) Nous venons (1954) de retrouver cette espèce sur le m'Goun aux sources de la Tessaout (R.R.R.)

| Numéros des relevés : | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques de l'association :** | | | | | | | | |
| Gentiana verna ssp. Penetii | 2 | 2 | . | I | I | I | . | . |
| Gentiana tenella | + | . | 2 | I | + | . | + | + |
| Gentiana Ternezyana | . | . | . | . | + | I | . | + |
| Gagea dyris | . | . | I | . | + | . | . | . |
| Agrostis rupestris var. atlantis | + | I | . | 2 | I | 2 | I | + |
| Ranunculus Dyris | . | . | I | . | + | + | I | I |
| **Caractéristiques de l'Alliance :** | | | | | | | | |
| Gentiana atlantica | + | I | I | 2 | I | 2 | + | I |
| Rumex atlanticus | . | + | I | + | + | . | I | I |
| Lepidium hirtum ssp. atlanticum | + | . | + | . | . | . | + | + |
| Agrostis atlantica | + | . | I | I | . | . | . | + |
| Leontodon atlanticum | + | . | . | . | + | I | . | . |
| Trifolium humile | I | 2 | 2 | . | 2 | + | 2 | 2 |
| Ranunculus montanus ssp. aurasiacus | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Caractéristiques de l'Ordre et de la Classe :** | | | | | | | | |
| Sagina saginoides var. nevadensis | 2 | I | . | + | + | 2 | + | I |
| ssp. parviflora | . | + | I | . | . | . | + | . |
| Euphrasia minima ssp. Wilkommii | + | + | . | + | I | I | . | + |
| Saxifraga granulata ssp.glaucescens | + | I | I | . | . | . | I | I |
| Narcissus Bulbocodium ssp. nivalis | . | I | . | . | + | I | + | + |
| Spergularia rubra var. oreophila | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Nardus stricta | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| Luzula spicata | I | + | I | I | I | 2 | 3 | . |
| Botrychium lunaria | . | + | + | . | I | + | + | + |
| **Compagnes principales :** | | | | | | | | |
| Cerastium arvense ssp. strictum | + | I | + | . | I | . | I | + |
| Cerastium cerastioides | . | + | I | . | . | . | . | . |
| Carex flava var. nevadensis | I | I | . | I | I | I | + | I |
| Carex leporina | I | . | . | + | + | . | . | . |
| Carex echinata | . | . | . | . | + | + | . | . |
| Carex intricata | . | . | I | I | . | + | . | . |
| Carex depressa | . | . | I | + | . | . | . | + |
| Poa alpina | I | I | . | I | + | 2 | + | . |
| Poa rivularis | . | . | + | I | . | . | . | . |
| Anthoxanthum odoratum | . | . | + | + | . | . | . | . |
| Festuca rubra var. Yvesiana | I | I | I | 2 | 2 | I | . | + |
| Festuca rubra var. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Festuca Yvesii | . | . | I | . | . | . | + | + |
| Festuca marocana | I | I | . | . | . | . | + | . |
| Scirpus pauciflorus | . | . | . | + | I | . | . | . |
| Juncus Fontanesii var. melanocephalus | . | . | . | . | . | + | . | . |
| Parnassia palustris | . | . | + | . | . | . | . | . |
| Viola palustris | . | . | I | . | + | + | . | . |
| Sedum melanantherum | . | . | + | . | + | + | . | + |
| Myosotis alpestris var. albomarginata | . | . | I | + | + | . | . | . |
| Leontodon autumnale | . | I | . | . | I | + | + | . |
| Cirsium chrysacanthum | . | . | I | + | . | . | I | + |
| Eryngium variifolium | . | . | I | . | + | . | . | . |
| Bellis coerulescens | . | . | . | . | + | . | . | . |
| Galium sylvestre | . | . | . | . | . | . | I | + |
| Alchimilla vulgaris | . | . | . | + | + | . | . | . |
| Hernaria glabra | I | . | . | + | . | . | . | I |
| Lotus corniculatus | . | I | . | + | . | . | + | . |
| Erigeron Mairei | . | . | . | . | . | . | + | + |
| Arenaria pungens | . | I | . | . | . | . | . | . |
| Scleranthus annuus | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Avena montana | . | . | . | . | . | . | . | + |

Tableau XXVII.

rassemblées dans une seule association quatre parmi les cinq espèces de *Gentiana* rencontrées en Afrique du Nord; sur ces quatre, trois paraissent d'ailleurs exclusives du GENTIANETO AGROSTIDETUM (1). Parmi les autres caractéristiques figurent encore diverses espèces alpines localisées en Afrique du Nord dans ce groupement. Tel est le cas de *Agrostis ruprestris*. La présence de cette dernière espèce sur le Grand Atlas est d'autant plus digne d'intérêt qu'elle fait défaut sur la Sierra Nevada. Les deux autres caractéristiques appartiennent, au contraire, à des souches méditerranéennes : ce sont les deux endémiques *Gagea dyris* et *Ranunculus dyris*.

Le reste du cortège floristique est constitué par les caractéristiques des unités supérieures très bien représentées, et par les compagnes où se retrouve un important contingent d'espèces hygrophiles appartenant aux associations ripicoles voisines. Sur les périphéries des pozzines apparaissent divers types nettement xérophiles (*Herniaria, Arenaria pungens, Festuca* div. etc.).

Le GENTIANETO-AGROSTIDETUM est sans conteste le groupement orophile nord-africain le plus riche en espèces appartenant à des lignées alpiennes; il est également celui qui présente le plus d'affinités avec les associations de pelouse à l'étage alpin des Alpes ou des Pyrénées.

***

Comme le montre l'analyse micro-climatique, ce groupement est, du point de vue écologique, très proche des diverses associations représentant la Classe des CARICETEA CURVULAE sur les chaînes de montagnes européennes. Cette particularité, sans rendre compte des raisons qui ont entraîné là l'apparition d'un important contingent d'orophytes européens, explique toutefois les raisons de leur survivance.

### Les facteurs édaphiques.

Les divers profils de sols que nous avons pu étudier dans le groupement se sont révélés sensiblement identiques. Ils présentent la même structure que ceux du NARDETO-FESTUCETUM, mais sont en général moins épais et toujours dépourvus d'horizon basal de tourbe à Cypéracées.

Il s'agit donc, en réalité, le plus souvent de quelques centimètres d'humus alpin accroché à la roche mère. Schématiquement, il faut donc distinguer :

— $A_0$ : Quelques centimètres; souches en décomposition, débris végétaux plus ou moins humifiés.

— $A_1$ : 2 à 5 cm horizon humifère brun noirâtre, riche en racines, fortement acide.

— $A_2$ : 5 à 10 cm humus alpin silicaté, plus ou moins squelettique, noirâtre, pauvre en racines.

— C : Roche mère.

(1) *G. verna* ssp. *Peneti* existe toutefois dans le massif du m'Goum.

Voici, à titre d'exemple, une analyse de sol effectuée sur un prélèvement en provenance de la haute Reraya : 3 350 m.

Les analyses ont été effectuées sur les Horizons A1 et A2, qui ne diffèrent d'ailleurs que par leur teneur respective en racines :

| | | |
|---|---|---|
| *p*H (A1 et A2) | | 6,2 % |
| Humus | | 29,4 % |
| Débris végétaux | | 3,5 % |
| Granulométrie % | Sables grossiers | 41 % |
| | Sables fins | 22 % |
| | Limons | 28 % |
| | Argiles | 6 % |

La constitution même des pozzines à GENTIANETO-AGROSTIDETUM rend compte des particularités qu'accuse leur cortège floristique; toujours situées au niveau de suintements ou sur les bords de ruisseaux, leur inclinaison est forte en général, et les matériaux humiques s'accumulent directement sur la roche mère; il ne s'agit jamais d'un sol développé secondairement, sur une tourbière à cypéracées en cours d'assèchement.

### Les facteurs climatiques.

Ils sont ici, encore plus rigoureux que dans le NARDETO-FESTUCETUM, les maxima thermiques dépassent à peine 25° à la surface de l'association. Les valeurs suivantes ont été obtenues en juin 1951 dans le massif du Toubkal (6 mesures) :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 h. | 14°2 | 14 h. | 24° |
| 10 h. | 19° | 16 h. | 20° |
| 12 h. | 22° | 18 h. | 13° |

L'humidité relative de l'air à 5 cm au-dessus du groupement est toujours égale à 100 %, en raison de la haute teneur en eau du substrat de l'association.

Le rôle pastoral du GENTIANETO-AGROSTIDETUM est analogue à celui que joue à plus faible altitude le NARDETO-FESTUCETUM. Bien que très localisé, ce groupement représente un excellent pâturage pour les troupeaux et pour les mouflons abondants sur tous ces sommets.

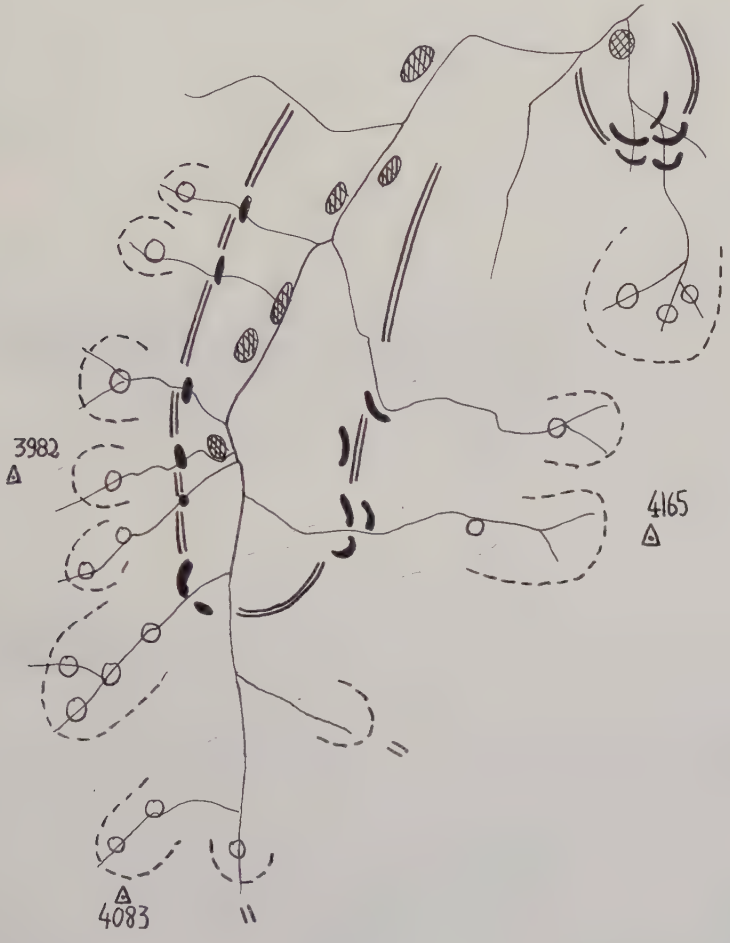
L'aire relative du groupement à *Gentiana tenella* et *Agrostis rupestris* est très faible; elle ne dépasse guère 2 à 3 % du recouvrement total dans la zone culminale à Hémicryptophytes où il se rencontre.

***

Strictement localisée sur les plus hauts sommets du Grand Atlas Central et tout particulièrement dans la haute vallée de la Reraya, c'est une des associations du Grand Atlas dont l'aire de répartition est la plus exigüe; le seul cas

comparable est celui du Gnaphalietum Genevoisi relégué sur les parois de quelques dolines à neige des massifs du Rhat et du m'Goun.

La localisation des pozzines à Gentianeto-Agrostidetum dans la haute Reraya et les vallées voisines où nous avons pu les étudier, répond, si on la considère sur une carte, à une zone très précise qu'il paraît facile d'interpréter si on lui superpose celle des différents appareils glaciaires qui ont érodé cette région.




Carte 6.

Répartition schématique des pozzines de la haute Reraya :
En traits doublés : Auge des glaciations 3-4.
En pointillés : Cirques correspondant à la glaciation Grimaldienne C 5.
En quadrillé : *Nardeto-Festucetum.*
En noir : *Gentianeto-Agrostidetum.*
En blanc : *Poeto-Anacycletum.*

La vallée supérieure de la Reraya, en amont du plan d'Aremd et jusqu'à un point situé approximativement au niveau de l'actuel refuge Neltner répond à une auge de glaciation homogène sans verrous importants, du moins jusqu'au

seuil de Sidi Chamarouche qui correspondait d'ailleurs sans doute à la limite inférieure de ce glacier.

Il est possible de rapporter cet appareil glaciaire à la deuxième glaciation, la première ayant touché beaucoup plus profondément le Grand Atlas marocain central surtout (cf. Carte N° 6) il est fort remarquable que ce soit précisément à cette région que se superpose très exactement l'aire de répartition du GENTIANETO-AGROSTIDETUM.

La portion toute supérieure de la vallée, ainsi que toutes les collatérales suspendues au-dessus de l'auge principale répondent très probablement à de petits glaciers beaucoup plus récents. Dans toutes ces formations, le GENTIANETO-AGROSTIDETUM est absent. Il est remplacé par un troisième type d'association végétale : le POETO-ANACYCLETUM (cf. *infra*) très pauvre en espèces et à peu près absolument dépourvu d'éléments orophiles européens. Il est difficile de trouver une explication simple et rationnelle à ces faits.

Si le GENTIANETO-AGROSTIDETUM ne possède pas de groupements affines sur les Atlas marocains, il présente, au contraire, d'étroits rapports avec l'association à *Vaccinium uliginosum* var. *nanum* et *Ranunculus acetosellifolius* que nous avons décrite sur la Sierra Nevada. Ces deux groupements dont les exigences écologiques se superposent très exactement présentent également de grandes convergences dans la constitution de leur cortège floristique.

Ils sont tous deux localisés sur les portions les plus élevées de ces chaînes, présentent des profils pédologiques analogues et constituent une station refuge pour diverses espèces alpiennes isolées sur ces deux massifs.

Toutefois la Sierra Nevada, plus proche des montagnes européennes, plus arrosée que le Grand Atlas, possède dans son VACCINIETO-RANUNCULETUM, diverses espèces orophiles qui n'ont pas atteint ou ont disparu du Haut Atlas. Tel est le cas de : *Vaccinium uliginosum, Gentiana alpina, Gnaphalium supinum Antennaria dioica, Ranunculus pyrenaeus, Silbaldia procumbens*. Sur ces six espèces d'ailleurs, quatre sont représentées sur la Sierra par des variétés endémiques et d'autre part, parmi les orophiles alpiens communs aux Nardaies de haute altitude sur ces deux massifs, *Gentiana verna* et *Phleum alpinum*, représentés sur la Cordillère Bétique par le type de l'espèce, se retrouvent sur le Haut Atlas dans deux races endémiques.

Ces variations en limite d'aire, accusent le rôle morphogénétique des facteurs écologiques inappropriés et mettent en relief l'aspect résiduel qu'offrent, sur le Grand Atlas et la Sierra Nevada, les deux groupements sus-cités. Comme nous l'avons vu plus haut, ces faits sont d'ailleurs encore confirmés par le fait que ces orophytes alpiens, groupés en associations homogènes sur les hautes montagnes méditerranéennes, ont au contraire, sur la chaîne des Alpes ou des Pyrénées, une signification phytosociologique très disparate.

A titre de comparaison, nous donnons ci-après la composition floristique du GENTIANETO-AGROSTIDETUM et du VACCINIETO-RANUNCULETUM :

| | GENTIANETO-AGROSTIDETUM | VACCINIETO-RANUNCULETUM |
|---|---|---|
| — Caractéristiques de l'association : | | |
| | *Gentiana tenella* | *Gentiana tenella* |
| | *Gentiana verna Peneti* | *(Gentiana verna)* |
| | *Agrostis rupestris* | » |
| | » | *Vaccinium uliginosum nanum* |
| | » | *Gnaphalium supinum pusillum* |
| | » | *Antenaria dioica congesta* |
| | » | *Ranunculus pyrenaeus uniflorus* |
| | » | *Gentiana alpina* |
| | » | *Silbaldia procumbens* |
| | *Gagea dyris* | *Gagea nevadensis* |
| | *Ranunculus dyris* | » |
| | » | *Ranunculus acetosellifolius* |
| — Caractéristiques des Alliances : | | |
| | *Gentiana atlantica* | *Gentiana Boryi* |
| | *Trifolium humile* | *(Trifolium glareosum)* |
| | *Rumex atlanticus* | » |
| | *Lepidium atlanticus* | *(Lepidium stylatum)* |
| | *Leontodon atlanticum* | *Leontodon microcephalum* |
| | *Agrostis atlantica* | *(Agrostis nevadensis)* |
| | » | *Plantago Thalackeri* |
| | » | *Lotus glaerosus* |
| | » | *Jasione amethystina* |
| | » | *Meum nevadense* |
| | » | *Galium nevadense* |
| — Caractéristiques de l'Ordre et de la Classe : | | |
| | *Euphrasia minima Wilkommii* | *Euphrasia minima Wilkommii* |
| | *Spergularia rubra oreophila* | *Spergularia rubranoreophila* |
| | *Sagina saginoides nevadensis* | *Sagina saginoides nevadensis* |
| | *Sagina saginoides parviflora* | *Sagina saginoides parviflora* |
| | *Saxifraga globulifera glaucescens* | *Saxifraga globulifera glaucescens* |
| | *Ranunculus montanus aurasiacus* | » |
| | *Nardus stricta* | *Nardus stricta* |
| | *Luzula spicata* | *Luzula spicata* |
| | *Botrychium lunaria* | *Botrychium lunaria* |
| | » | *Cerastium alpinum* |

Compagnes : 75 % identiques ou vicariantes.

Les affinités sont donc très étroites entre le groupement nevadéen et atlasique.

Ainsi, sur le Haut Atlas, comme sur la Sierra Nevada, existent deux types de Nardaies floristiquement très distinctes; les analogies que présentent ces groupements de l'une à l'autre chaîne sont saisissantes; il s'agit très exactement d'une triple vicariance; vicariance écologique traduisant l'identité des facteurs, tant climatiques qu'édaphiques, qui sollicitent ces groupements; vicariance floristique illustrant l'existence de multiples couples systématiques

et la présence à l'état relictuel d'un pourcentage important d'orophytes européens; vicariance phytosociologique enfin, justifiée par le parallélisme très précis établi tout au cours de ce chapitre entre les associations végétales représentant, sur l'Atlas et la Sierra Nevada, la Classe des UDO-NARDETALIA.

3° Association à ***Poa alpina*** et ***Anacyclus atlanticus*** var. ***typicus.***

Dans le massif du Toubkal, entre les altitudes de 3 600 et de 3 900 m, se rencontre toujours à l'état fragmentaire ce type d'association, pauvre en espèces, mais bien individualisé.

| Numéros des relevés : | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | II | I2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sous ass. à Poa alpina | | | | | | | Sous ass. à Anacyclus | | | | |
| Caractéristiques de l'association : | | | | | | | | | | | | |
| Poa alpina | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | I | 2 | I | + | . |
| Anacyclus atlanticus var. typicus | . | I | I | . | + | + | + | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | | |
| Rumex atlanticus | . | . | + | . | I | + | + | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Trifolium humilis | 2 | 2 | 2 | . | . | I | I | 2 | I | I | I | . |
| Lepidium atlanticum | . | . | + | . | . | . | . | I | . | + | + | . |
| Agrostis atlantica | . | . | . | + | I | . | . | I | 2 | . | + | I |
| Sagina saginoides var. nevadensis | . | . | . | I | + | . | . | . | . | + | . | . |
| Luzula spicata | I | . | I | I | + | . | . | I | + | + | . | I |
| Nardus stricta | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Compagnes principales : | | | | | | | | | | | | |
| Cerastium cerastioides | . | + | . | + | . | I | + | . | . | . | . | + |
| Sedum melanantherum | . | I | I | + | I | + | I | I | + | + | . | . |
| Cerastium arvense ssp. strictum | . | . | I | I | + | . | . | . | I | . | . | + |
| Veronica repens var. | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| Erigeron Mairei | . | . | . | . | . | . | . | . | I | + | I | I |
| Potentilla Terneziana | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + |
| Myosotis alpestris ssp. albomarginata | . | + | . | + | + | . | . | I | . | . | . | . |
| Geranium cinereum var. nanum | . | . | . | . | . | . | 2 | . | . | . | . | . |
| Carex leporina | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . |

TABLEAU XXVIII.

Ce groupement, le plus alticole de tous ceux qui appartiennent à l'Alliance TRIFOLION HUMILIS, est localisé dans les dépressions terreuses humides, au bord des sources et le long des suintements des névés qui persistent jusqu'au mois d'août. Il est surtout développé dans les vallées glaciaires accrochées sur le flanc est de l'Ouenkrim.

Il est possible de distinguer dans ce groupement deux sous-associations très nettes :

La première seule est assimilable à une pozzine suintante dont elle constitue d'ailleurs la totalité, les tourbières à cypéracées n'existant plus à cette altitude. *Poa alpina* présente là son développement optimum. Il s'agit d'une pelouse fermée presque exclusivement constituée par *Poa alpina*. La deuxième sous-association, au contraire, est localisée dans les dépressions humides caillouteuses. *Anacyclus atlanticus* et *Rumex atlanticus* sont très abondantes et forment à eux seuls la quasi totalité du tapis végétal. Il s'agit ici d'une pelouse claire où le recouvrement du tapis végétal atteint rarement 40 %.

Nous possédons 12 relevés de cette association : ils ont été effectués dans les localités suivantes (Substrat éruptif acide).

— Sous-association à *Poa alpina :*

1 — Irhzer Ichelloun : R. 100 % – I. 20 % (3 600 m).
2 — Aougdal bou Tiouna, au pied des clochetons : R. 100 % – I. 20 % (3 700 m).
3 — Amrharhas n'Igloua : R. 100 % – I. 20 % (3 650 m).
4 — Amrharhas n'Igloua : R. 100 % – I. 15 % (3 550 m).
5 — Irhzer n'Bou Imrhaz : R. 100 % – I. 15 % (3 600 m).
6 — Versant N. du Tizi n'Ouagane : R. 100 % – I. 20 % (3 650 m).
7 — Pied N.-E. du Tazerharht, au-dessus des cascades de l'acif : Melloul : R. 90 % – I. 15 % (3 500 m).

— Sous-association à *Anacyclus atlanticus :*

8 — Amrharhas n'Igloua : R. 60 % – I. 15 % (3 600 m).
9 — Irhzer n'bou Imrhaz : R. 60 % – I. 8 % (3 600 m).
10 — Irhzer Ikibi S : R. 60 % – I. 20 % (3 500 m).
11 — Flanc N. du Tizi n'Ouagoun : R. 50 % – I. 20 % (3 700 m).
12 — A côté du relevé nº 7 : R. 40 % – I. 15 % (3 500 m).

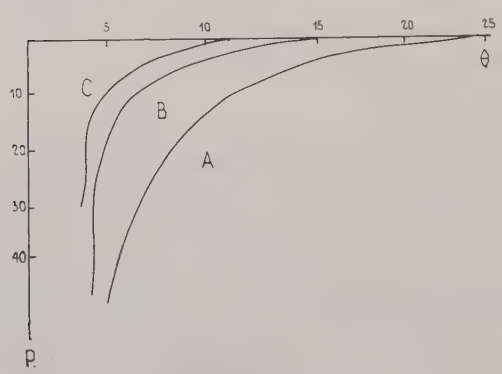
Le cortège floristique est très réduit ; parmi les caractéristiques de l'Alliance, *Trifolium humile, Rumex atlanticus* et *Agrostis atlantica* seuls sont encore abondants. *Sagina saginoides, Nardus stricta* et *Botrychium lunaria* ont pratiquement disparu. Les compagnes, au nombre de neuf, sont faites des transgressives des associations environnantes.

Un des caractères les plus frappants du Poeto-Anacycletum, si on le compare au Gentianeto-Agrostidetum, est sans conteste, la disparition presque absolue, dans ce groupement, de l'élément orophile européen ; au contraire, l'élément endémique oro-méditerranéen y est représenté par plus de 70 % de la population végétale. Les facteurs écologiques ne sauraient rendre compte de cette anomalie, puisque l'un et l'autre des groupements sus-cités se rencontrent dans des stations très voisines où les facteurs climatiques sont, à peu de chose près, identiques. Dans l'un et l'autre groupements, les profils pédologiques sont superposables. Toutefois, comme nous l'avons signalé plus haut, les pozzines à *Poa alpina* sont localisées dans la haute Reraya de part et d'autre de l'auge centrale dans les quatre auges affluents suspendues : l'Irhzer Ikhibi sud, l'Irhzer Ikhibi nord, l'Irhzer Amrharas n'Igloua et l'Irhzer n'bou Imrhaz. Il est évident que les cirques glaciaires têtes de ces vallées, ont abrité les derniers glaciers importants du Grand Atlas. Une hypothèse séduisante en accord d'ailleurs avec diverses constatations tant floristiques que géographiques, consisterait à expliquer l'absence d'orophytes euro-

péens dans ces vallées par une disparition relativement récente des glaciers qui les occupaient, la colonisation des places laissées libres par les pelouses alpines à type de Nardaies n'ayant pas eu le temps, ou n'ayant pas pu s'établir en raison de la rigueur du climat actuel.

### Les facteurs écologiques

Nous ne possédons que peu de renseignements sur les facteurs écologiques qui régissent ce groupement. Le sol est constitué par quelques centimètres de débris végétaux gorgés d'eau, mal humifiés surtout, dans leur portion supérieure, s'accrochant à la roche mère; le *p*H est toujours acide (6-6,3), riche en humus (16,9 °/₀₀ dans une pozzine du Toubkal) l'étude granulométrique fournit pour la sous-association à *Poa alpina* des chiffres voisins de ceux obtenus pour le groupement à *Agrostis rupestris*. La température du sol durant le mois de juillet, période où nous avons pu étudier le groupement, est très constante, si elle s'élève en surface à 10 ou 12° vers 15 heures, elle descend très rapidement, dans la profondeur de 3 à 4 cm, à 3°, température moyenne des sources et des suintements qui imbibent le sol du groupement.




Graphique 12.

Courbe de perméabilité thermique du sol dans : A : Le *Nardeto-Festucetum* (Tichka, juin 1952, 3 mesures, 3 000 m). — B : *Gentianeto-Agrostidetum* (Toubkal, 1952, 3 mesures, 3 350 m). — C : *Poeto-Anacycletum* (Toubkal, 1952, 3 mesures, 3 650 m).

Pour la sous-association à *Anacyclus* les mesures journalières peuvent atteindre 18°.

L'enneigement varie avec les années, mais il persiste au moins jusqu'au début de juin pour recommencer dès la fin septembre.

Il s'agit, somme toute, d'un micro-climat très proche de celui qui caractérise les combes à neige dans la chaîne des Alpes. Les différences qu'accuse la végélation de ce type de station sur les Alpes et le Grand Haut Atlas ne sauraient reposer que sur des raisons biogéographiques.

Il est difficile de chercher à rapprocher les pozzines à *Poa alpina* du Haut Atlas Central de tout autre groupement connu sur les hautes montagnes méditerranéennes. Toutefois, sur la Sierra Nevada, la sous-association à *Sedum Candollei* du groupement à *Statice splendens* et *Agrostis nevadensis* n'est pas sans présenter quelques affinités floristiques et surtout écologiques avec la sous-association à *Anacyclus atlanticus* étudiée plus haut. La présence de *Sedum Candollei* dans le groupement Névadéen, met d'ailleurs en évidence les liens que présentent ces formations oro-méditerranéennes avec les associations

de combe à neige sur les systèmes orographiques européens. *Sedum Candollei* est en effet caractéristique du SEDETO-GNAPHALIETUM pyrénéen qui s'inscrit dans l'Ordre des SALICETEA HERBACEAE.

4° Association à ***Potentilla Tornezyana*** et ***Rorippa atlantica.***

Cette petite association est, elle aussi, exclusivement localisée dans le Grand Atlas Central et tout particulièrement sur le massif du Toubkal; elle se rencontre au bord des ruisselets à haute altitude sur les deux versants de la chaîne. Sur le versant nord, où nous l'avons étudiée, elle est bien représentée entre 3 200 et 3 900 m; elle s'interpénètre avec le groupement à *Cirsium chrysacanthum* qui présente là ses limites altitudinales supérieures. *Rorippa atlantica* descend même à l'état isolé beaucoup plus bas le long des cours d'eau. Il se rencontre encore à Imelil (vallée de la Reraya) à moins de 1 800 m d'altitude. Cette espèce se retrouve d'ailleurs au bord des ruisseaux dans tout le Grand Atlas siliceux, nous l'avons recueillie, au cours de l'été 1952, sur le plateau du Tichka (Seksaouas), sur les bords du n'Fiss à 3 200 m et sur le Bou Ourioul à la même altitude; ces deux localités marquent d'ailleurs les limites extrêmes de l'extension de cette espèce *(sensu stricto)*; mais dans toutes ces stations, il ne saurait s'agir que de faciès très appauvris de l'association étudiée ici.

Nous en possédons 10 relevés effectués dans les localités suivantes :

1 — Plateau du Tichka, bords du n'Fiss : R. 20 % (3 200 m).
2 — Haute Reraya, près du Neltner : R. 20 % (3 100 m).
3 — Irhzer Ikibi Sud : R. 35 % (3 400 m).
4 — Irhzer Ikibi Nord : R. 25 % (3 300 m).
5 — Près du Tizi n'Ouagoun : R. 20 % (3 550 m).
6 — Amrharhas n'Igloua : R. 20 % (3 600 m).
7 — Près du refuge de Lepiney : R. 20 % (3 100 m).
8 — Flanc N. du Tazerharht : R. 20 % (3 500 m).
9 — Bou Ourioul, gorge du flanc E. : R. 15 % (3 150 m).
10 — Siroua, flanc N. : R. 30 % (3 000 m).

Bien que du point de vue stationnel, l'association à *Potentilla Tornezyana* et *Rorippa atlantica* doive être considérée comme un groupement ripicole, par son cortège floristique, elle entre toutefois indiscutablement dans l'Alliance TRIFOLION HUMILIS; les compagnes sont toutes des transgressives d'associations voisines.

Du point de vue écologique, ce groupement prospère dans les cailloutis humides sur le bord des ruisseaux; aucun sol n'y est individualisable, seuls quelques amas d'humus colmatent les cailloutis.

La température du sol ne s'élève jamais au-dessus de 8° et bien souvent elle oscille seulement entre 3 et 5°, maintenue à ces températures par l'eau de fonte des neiges qui baigne perpétuellement l'association.

Ici encore, il est difficile de trouver une association systématiquement affine. Dans les pozzines humides sur le versant nord de l'Azourki se rencontre, au bord des sources, *Rorippa atlantica* var. *calcarea*; mais cette espèce n'individualise pas d'association spéciale. Sur la Sierra Nevada n'existe non plus aucun

groupement vicariant. Il s'agit donc là d'un faciès végétal spécial aux sommet du Grand Atlas Central.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Potentilla Tornezyana* | 5 |
| *Rorippa atlantica* var. *typica* | 4 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Trifolium humile* | 3 |
| *Rumex atlanticus* | 3 |
| *Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum* | 2 |
| *Luzula spicata* | 2 |
| *Agrostis rupestris* | 1 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Poa alpina* | 3 |
| *Poa rivularis* | 2 |
| *Arabis corringioides* | 2 |
| *Myosotis alpestris* ssp. *albomarginata* | 2 |
| *Carum atlanticum* | 2 |
| *Sedum surculosum* | 2 |
| *Sedum melanantherum* | 2 |
| *Cerastium cerastioides* | 2 |
| *Cirsium chrysacanthum* | 2 |
| *Erigeron Mairei* | 2 |

5° Association à ***Trifolium repens*** et ***Deschampsia caespitosa*** var. ***atlantis.***

Cette association, l'une des plus curieuses s'inscrivant dans l'Alliance Trifolion Humilis, est localisée dans quelques pâturages tourbeux du Grand Atlas à des altitudes oscillant entre 2 600 et 3 000 m. Du point de vue floristique pur elle établit la transition entre les groupements prairiaux s'inscrivant dans l'Alliance pré-citée et les tourbières à cypéracées individualisant sur le Grand Atlas l'Alliance Caricion intricatae (cf. *supra*).

Extrêmement localisée, du moins dans sa forme typique, nous ne l'avons rencontrée qu'en quelques points du Grand Atlas, dans les agdals sur le plateau du Tichka, à l'Oukaimeden, sur le Siroua et aux sources de la Tessaout.

Elle réclame en effet, semble-t-il pour se développer, de vastes prairies humides acides où les portions, suintantes toute l'année, sont bien développées. Nous ne l'avons jamais rencontrée dans les pozzines du massif du Toubkal.

Nos 11 relevés proviennent des stations suivantes :

1 — Massif du Tichka, 2e pozzine : R. 100 % – I. 5 % (3 000 m).
2 — Massif du Tichka, 3e pozzine : R. 100 % – I. 2 % (3 050 m).
3 — Massif du Tichka, 3e pozzine : R. 100 % – I. 5 % (3 050 m).
4 — Massif du Tichka, 4e pozzine : R. 100 % – I. 3 % (3 100 m).
5 — Massif du Tichka, 4e pozzine : R. 100 % – I. 5 % (3 200 m).

6 — Massif du Tichka, 5e pozzine : R. 100 % – I. 5 % (3 200 m).
7 — Agdal de l'Oukaimeden, sous le refuge du C. A. F. : R. 100 % (2 600 m).
8 — Agdal de l'Oukaimeden, 300 mètres au S.-W. du relevé précédent : R. 100 % (2 600 m).
9 — Siroua : pozzine sur le Flanc N. : R. 100 % – I. 5 % (3 000 m).
10 — Pozzine supérieure des Sources de la Tessaout : R. 100 % – I. 2 % (3 050 m).
11 — Pozzine inférieure des sources de la Tessaout : R. 100 % – I. 2 % (3 000 m).

Parmi les espèces que nous avons retenues comme caractéristiques de l'association figure une des plus grandes raretés de la flore nord-africaine : *Deschampsia caespitosa* dans sa variété endémique *atlantis* déjà signalée au Maroc par L. Emberger dans le Haut Atlas (Seksaouas, Tichka et Sources de la Tessaout) et sur le Rif (Emb., Font Quer et Maire, 1929, sub. *D. crassifolia*). *Ranunculus paludosus* var. *leucothrix* est une variété endémique du Haut Atlas; elle paraît exclusive du groupement analysé ici.

Nous avons également rangé parmi les caractéristiques *Trifolium repens*, *Alopecurus pratensis* et *Phleum nodosum;* en effet, au-dessus de 2 000 m, sur le Haut Atlas, ces espèces sont à peu près exclusivement cantonnées dans l'association à *Trifolium repens* et *Deschampsia caespitosa;* plus bas, elles concourent à former des prairies artificielles établies et irriguées par l'homme dont l'étude déborde du cadre que nous nous sommes assigné.

Dans cette association, les profils pédologiques sont comparables à ceux qui caractérisent le Nardeto-Festucetum, mais les horizons supérieurs humifères y sont beaucoup moins évolués.

Sur le plateau du Tichka, nous avons rencontré toujours le type suivant :

A0 — Débris végétaux plus ou moins humifiés, 3–5 cm.
A1 — Horizon humifère riche en racines, brun noirâtre, 5–15 cm.
A2 — Tourbe à Cypéracées, 15–40 cm.
C — Sable granitique.

Les facteurs écologiques régissant l'association à *Trifolium repens* et *Deschampsia caespitosa* sont assez peu différents de ceux qui ont été analysés à propos du Nardeto-Festucetum. La différence majeure réside surtout en l'humidité plus considérable du sol; toutes les autres divergences découlant de ce facteur. C'est d'ailleurs cette humidité permanente et importante qui contrarie la formation d'un humus alpin important analogue à celui qui se forme dans le Nardeto-Festucetum.

— Caractéristiques de l'association :

*Trifolium repens* . . . . . 5
*Deschampsia caespitosa*. . . . . 5
*Phleum nodosum* . . . . . 4
*Alopecurus pratensis*. . . . . 4
*Ranunculus paludosus* ssp. *leucothrix*. . . . . 4

— Caractéristiques des unités supérieures :

*Trifolium humile* . . . . . 5
*Rumex atlanticus* . . . . . 4
*Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum*. . . . . 3
*Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* . . . . . 3
*Gentiana atlantica*. . . . . 2
*Narcissus Bulbocodium* var. *nivalis* . . . . . 4
*Nardus stricta*. . . . . 2
*Polygonum Bistorta* . . . . . 1

— Compagnes principales :

*Leontodon autumnale*. . . . . 4
*Poa bulbosa* . . . . . 3
*Anthoxanthum odoratum* . . . . . 3
*Cerastium arvense* ssp. *strictum* . . . . . 3
*Festuca deserti* ssp. *maroccana* . . . . . 2
*Bromus* sp.. . . . . 2
*Hieracium pseudo-pilosella* . . . . . 2
*Carex flava* ssp. *nevadensis*. . . . . 2
*Anthemis pedunculata* . . . . . 2
*Ornithogalum umbellatum*. . . . . 2

## B. — LES ASSOCIATIONS DE POZZINES SÈCHES SUR LE HAUT ATLAS SILICEUX

Ce type de végétation est représenté par un seul groupement :

L'association à *Potentilla pensylvanica* var. *hispanica* et *Silene heterodonta* var. *Thomsoni*.

C'est surtout sur les plateaux herbeux des sommets granitiques que prospère cette association. Elle s'étend sans présenter de modification très notable depuis l'Atlas de [illegible] jusqu'au Tizi n'Tichka. Très bien représentée sur le plateau du Tichka (Grand Atlas Occidental), nous l'avons à peine rencontrée dans tout le massif du Toubkal; par contre, elle apparaît à nouveau dans les agdals de l'Oukaïmeden et sur le Bou Ourioul.

Bien que n'occupant partout que des surfaces assez faibles, elle présente toutefois de nombreuses particularités tant floristiques qu'écologiques. Son amplitude altitudinale oscille entre 2 400 et 3 200 m, c'est-à-dire dans la zone où se rencontre le XERACANTHO-FESTUCETUM [illegible]; elle présente d'ailleurs d'étroits rapports floristiques avec cette association; nous aurons l'occasion de les préciser plus loin.

Nous publions 14 relevés de cette association; ils ont été effectués dans les localités suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Plateau du Tichka, au bord des diverses pozzines | R. 60 % – I. 10 % (2 900 m). |
| 2 | | R. 60 % – I. 10 % (3 000 m). |
| 3 | | R. 50 % – I. 5 % (3 100 m). |
| 4 | | R. 70 % – I. 10 % (3 150 m). |
| 5 | — Flanc N. du Tazerharht | R. 60 % – I. 10 % (3 200 m). |
| 6 | — Flanc N. du Tazerharht | R. 70 % – I. 10 % (3 100 m). |
| 7 | — [illegible] près du village [illegible] | R. 60 % – I. 5 % (3 200 m). |
| 8 | Plateau du Tichka, au bord des diverses pozzines | R. 20 % – I. 10 % (2 900 m). |
| 9 | | R. 50 % – I. 10 % (3 000 m). |
| 10 | | R. 35 % – I. 5 % (3 100 m). |
| 11 | — Flanc N. du [illegible], près du [illegible] | R. 60 % – I. 15 % (3 100 m). |
| 12 | — [illegible], près d'[illegible] | R. 45 % – I. 10 % (3 100 m). |
| 13 | — Agdal de l'Oukaïmeden | R. 60 % – I. 5 % (2 700 m). |
| 14 | — Agdal de l'Oukaïmeden | R. 60 % – I. 5 % (2 700 m). |

Le cortège floristique des divers individus d'association est très hétérogène; en effet, dans de nombreux relevés apparaît un lourd contingent d'espèces xérophiles appartenant aux associations s'inscrivant dans l'Ordre des ERINACETALIA. Tel est le cas de *Alyssum spinosum*, *Astragalus Boissieri*, *Arenaria pungens*, *Catananche caespitosa*, *Scorzonera pygmaea*, *Jurinea humilis*.

La liste des espèces caractéristiques de l'association est, elle aussi, très variable d'un relevé à l'autre. *Silene heterodonta* var. *Thomsoni*, *Festuca Yvesii* et *Potentilla Pensylvanica* var. *hispanica* se rencontrent dans la quasi totalité des relevés. *Festuca* [illegible] var. *maroccana* par contre est localisée dans les

relevés dont le sol est le plus sec et permet d'individualiser une sous-association spéciale.

| Numéros des relevés : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sous ass. TYPICUM | | | | | | | Sous ass. à *Festuca marocana* | | | | | | |
| **Caractéristiques de l'association:** | | | | | | | | | | | | | | |
| *Potentilla pensylvanica* var. *hispanica* | . | + | I | I | I | I | I | + | + | . | I | I | I | I |
| *Silene heterodonta* var. *Thomsoni* | + | . | I | + | I | I | I | I | 2 | I | 2 | . | I | . |
| *Festuca Yvesii* | 2 | I | I | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | I | 2 | 2 | I | . | I |
| *Festuca marocana* | . | . | + | . | . | I | . | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| **Caractéristiques des unités supérieures :** | | | | | | | | | | | | | | |
| *Trifolium humile* | 2 | 3 | I | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | I | 2 | 2 | I | . | . |
| *Rumex atlanticus* | 2 | I | 3 | + | 2 | . | I | I | I | . | + | I | . | . |
| *Agrostis atlantica* | . | . | I | . | 2 | 2 | 2 | I | 2 | . | 2 | . | . | . |
| *Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum* | I | + | 2 | I | I | I | . | I | . | + | . | . | . | . |
| *Leontodon atlanticus* | . | I | I | 3 | 2 | 3 | I | . | I | . | + | . | . | . |
| *Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* | I | . | + | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Narcissus bulbocodium* ssp. *nivalis* | . | I | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Sagina saginoides* var. *nevadensis* | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| **Caractéristiques de l'Ordre des ERINACETALIA:** | | | | | | | | | | | | | | |
| *Catananche caespitosa* | . | . | . | I | . | . | . | . | . | I | I | I | I | I |
| *Astragalus Boissieri* | . | . | . | . | . | + | + | I | I | I | I | I | I | I |
| *Scorzonera pygmaea* | . | . | . | . | . | . | . | I | . | 2 | I | . | . | + |
| *Veronica rosea* | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | + | + |
| *Alyssum spinosum* | . | . | . | . | . | . | . | I | . | I | I | . | I | I |
| *Erinacea pungens* | . | . | . | . | . | . | . | . | I | + | . | I | 3 | 2 |
| *Jurinea humilis* | . | . | . | . | . | + | . | . | . | + | + | + | + | + |
| *Arenaria pungens* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . |
| **Autres compagnes :** | | | | | | | | | | | | | | |
| *Paronychia polygonifolia* | . | . | I | I | . | . | I | + | + | I | I | I | + | + |
| *Campanula filicaulis* var. *pseudo-radicosa* | . | + | . | . | I | I | . | + | . | I | + | . | + | . |
| *Cerastium arvense* ssp. *strictus* | . | + | I | I | . | I | I | + | . | I | . | + | + | + |
| *Plantago coronopus* | . | + | . | . | . | . | + | I | . | + | . | . | . | . |
| *Hernaria glabra* | . | I | . | + | I | I | . | + | . | + | . | I | . | . |
| *Poa bulbosa* | I | . | + | . | . | . | + | . | + | . | + | . | . | + |
| *Festuca rubra* var. *Yvesiana* | + | . | I | I | . | . | 2 | . | . | + | . | . | . | . |
| *Seseli nanum* | . | . | . | . | . | + | . | I | . | + | . | . | . | . |
| *Avena bromoides* | . | . | I | . | + | . | . | + | . | . | . | + | I | . |
| *Erodium sicutarium* | . | I | . | + | I | . | + | . | . | . | + | I | . | . |
| *Jasione sessiliflora* | . | . | . | + | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . |
| *Armeria* sp. | . | . | . | + | + | + | . | . | + | . | . | . | . | . |
| *Nepeta stachyoides* | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | I | + | + | . |

TABLEAU XXIX.

Les modifications du cortège floristique suivant la teneur du sol en eau sont d'ailleurs particulièrement visibles sur le tableau nº 29 où les relevés ont été précisément rangés par ordre de xérophilie croissante.

D'une extrémité à l'autre du tableau, il est facile de saisir le remplacement progressif des espèces caractéristiques de l'Alliance TRIFOLION HUMILIS et donc, des hémicryptophytes mésophiles, par les caractéristiques de l'Ordre des ERINACETALIA et donc, par des chaméphytes xérophiles.

Ce n'est d'ailleurs que pour des raisons d'analogie, que nous avons réuni en deux sous-associations les faciès végétaux décrits plus haut. Si la sous-association TYPICUM entre encore indiscutablement dans l'Alliance TRIFOLION HUMILIS, la sous-association à *Festuca maroccana* présente, au contraire, beaucoup plus d'affinités avec les landes à xérophytes épineux qu'avec les pelouses à *Trifolium humile*. Dans certains relevés, même (17-18) tout vestige du TRIFOLION HUMILIS a disparu. Ainsi se constituent les pâturages à *Festuca maroccana* fréquents sur le plateau du Tichka; de cortège floristique très pauvre, ces peuplements presque purs sont situés sur les parties les plus extérieures de l'association; le sol y est très réduit : quelques centimètres de sable plus ou moins colmaté et les espèces caractéristiques des landes à xérophytes épineux s'installent abondamment. Les touffes, parfois énormes, de *Festuca maroccana* sont déchaussées par l'action combinée de l'eau et du vent, et affectent très souvent un aspect très caractéristique en assiette. De tels pâturages représentent très certainement les derniers vestiges de la sous-association à *Festuca maroccana* décrite plus haut; ici encore leur disparition ne peut être mise que sur le compte d'un assèchement progressif du milieu sur lequel ils s'accrochent encore; le micro-climat de ces stations est, en effet, à très peu de chose près le même que celui des landes à xérophytes épineux voisines; le maintien d'une végétation à type de pâturage n'est plus que sous la dépendance d'un sol mal développé mais encore présent, grâce surtout à son faible degré d'inclinaison. Toutefois, les espèces que nous avons retenues comme caractéristiques, se retrouvant dans tous les relevés, il nous a paru préférable de considérer cet ensemble comme une seule unité phytosociologique.

Cette façon de voir rend compte d'ailleurs du passage progressif, justifié par l'analyse des facteurs écologiques, d'un type à un autre type de groupement végétal, et de l'existence de toute une zone de combat floristiquement, et écologiquement intermédiaire entre ces deux types de végétation. D'ailleurs, même dans sa sous-association TYPICUM, le groupement à *Potentilla pennsylvanica* et *Silene heterodonta* ne saurait être lui-même considéré que comme une dépendance déjà appauvrie de l'Alliance TRIFOLION HUMILIS et plus encore de l'Ordre des UDO-NARDETALIA qui n'y est plus représenté que par *Sagina saginoides* var. *nevadensis* (présent seulement dans 2 relevés) ou de la Classe des CARICETEA CURVULAE qui ne possède même plus là d'espèces caractéristiques. La disparition progressive, dans les groupements de pozzine sèche, de toutes les espèces appartenant à des lignées d'orophytes européens au profit des lignées endémiques, traduit en réalité des modifications intenses du micro-climat local : à savoir la tendance très nette à s'uniformiser au climat général.

### Les facteurs édaphiques.

Le sol, dans le groupement étudié ici, présente, lui aussi, d'assez grandes variations suivant le type de végétation qui le colonise.

Dans la sous-association TYPICUM, il offre encore la structure décrite à propos du NARDETO-FESTUCETUM, mais toutefois, la couche basale de tourbe à Cypéracées fait défaut.

Il est donc possible de lui reconnaître le profil suivant :

A0 — Horizon humifère peu épais (2–4 cm) riche en débris végétaux.

A1 — Horizon humifère à type d'humus alpin silicaté épais de 3 à 15 cm, riche en racines, squelettique.

A2 — Horizon peu épais (3–15 cm) de terre argileuse, compacte, brun jaunâtre, squelettique, riche en racines.

C — Roche mère (arbre granitique).

Cette structure relativement complexe, met donc en évidence vis-à-vis du sol du NARDETO-FESTUCETUM les différences suivantes :

— épaisseur moindre;

— disparition de la couche de tourbe à Cypéracées, sans doute en rapport avec une humidité historique moindre du biotope;

— son remplacement par un horizon plus ou moins argileux ou marneux.

L'analyse d'un sol de ce type en provenance d'une pozzine du J. Tichka, 2 950 m, nous a fourni les résultats suivants :

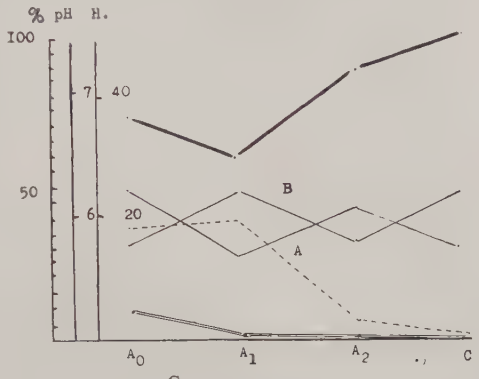
| | | |
|---|---|---|
| A0 — | *p*H | 6,8 |
| | Humus | 19,5 ‰ |
| | Débris végétaux | 2,5 % |
| | Granulométrie : % Cailloutis | 32 % |
| | Sables grossiers | 26 % |
| | Sables fins | 21 % |
| | Limons | 15 % |
| | Argiles | 6 % |
| A1 — | *p*H | 6,5 |
| | Humus | 18,6 ‰ |
| | Débris végétaux : traces. | |
| | Granulométrie % : Cailloutis | 11 % |
| | Sables grossiers | 18 % |
| | Sables fins | 25 % |
| | Limons | 33 % |
| | Argiles | 13 % |
| A2 — | *p*H | 7,25 |
| | Humus | 3,1 ‰ |
| | Débris végétaux : Néant | |
| | Granulométrie % : Cailloutis | 26 % |
| | Sables grossiers | 18 % |
| | Sables fins | 17 % |
| | Limons | 32 % |
| | Argiles | 18 % |
| C — | *p*H | 7,45 |
| | Humus | 2,2 ‰ |
| | Débris végétaux : Néant. | |
| | Granulométrie % : Cailloutis | 15 % |
| | Sables grossiers | 20 % |
| | Sables fins | 55 % |
| | Limons | 10 % |

Nous avons représenté ci-dessous, comme à propos du groupement à *Nardus stricta* et *Festuca rubra* var. *Yvesiana*, les principaux résultats se dégageant de ces mesures :

Le *p*H est inférieur à 7 dans les horizons riches en humus (A° et A1); il s'élève ensuite progressivement et atteint 7,45 au niveau de la roche mère.

La teneur du sol en humus, encore élevée dans les deux premiers horizons, devient, par contre, presqué nulle dès que l'on parvient à l'horizon A.

Ces deux constatations montrent combien, en réalité, sont différents les horizons A° et A1, d'une part, et B et C d'autre part. Les deux premiers peuvent être encore considérés comme des horizons d'accumulations biogènes à type d'humus alpin, alors que les deux autres, au contraire, correspondent à des amas de sédiments Grimaldiens de type périglaciaire humide, comme nous les retrouverons dans les pozzines sèches du Haut Atlas calcaire.




Graphique 13.

Légende cf. p. 261.

Au contraire, dans la sous-association à *Festuca maroccana*, la structure du sol est très simple. Tout horizon humifère superficiel a disparu, et le sol n'est plus constitué que par un horizon unique très voisin de l'horizon A2 de la sous-association précédente, parfois épais (jusqu'à 80 cm). Un tel profil doit sans doute être considéré vis-à-vis du précédent comme un profil tronqué où les horizons supérieurs ont disparu, sous l'influence des facteurs météorologiques. Il est également possible d'estimer que l'humification des strates supérieures n'y a jamais été possible en raison de la sécheresse estivale excessive du milieu.

### Les facteurs climatiques.

L'analyse micro-climatique même succinte du Potentilleto-Silenetum met en évidence d'une façon très claire l'amplitude considérable accusée dans les variations des différents facteurs analysés.

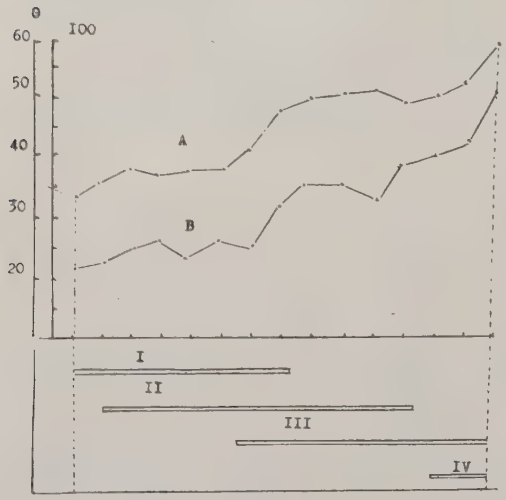
Tant du point de vue floristique que micro-climatique, il s'agit, avant tout d'un groupement de transition entre deux types d'association aussi différents que les pelouses à *Nardus* et les landes à xérophytes épineux.

Pour illustrer ces faits, nous avons schématisé ci-dessous les variations présentées dans l'association par la température superficielle du sol et le déficit de saturation de l'air à 2 cm de cette surface. Nos mesures ont été effectuées le même jour entre 14 h 30 et 15 h 30. Pour diminuer les risques d'erreur, nous avons commencé nos mesures dans la portion la plus sèche de la pozzine.

Nos mesures, au nombre de 15, ont été prises en ligne droite et à des dis-

tances de 60 cm l'une de l'autre. Les sept premières répondent à la sous-association TYPICUM; les autres à la sous-association à *Festuca maroccana*.

Les deux facteurs écologiques étudiés ici, d'ailleurs corollaires, rendent compte d'une façon très claire, des variations accusées dans l'association par le cortège floristique.




GRAPHIQUE 14.

A : Déficit de saturation de l'air. — B : Températures. Localisatisn de quelques espèces : I *Trifolium humile*; II *Potentilla pennsylvanica*; III *Festuca maroccana*; IV *Erinacea pungens*.

Des résultats analogues seraient obtenus en étudiant la teneur en eau du sol, elle varie en effet, très considérablement dans l'association : de 50 à 60 % dans la sous-association TYPICUM, à 10 à 15 % dans la sous-association à *Festuca maroccana*.

Dans le Grand Atlas siliceux, le POTENTILLETO-SILENETUM occupe une aire trop restreinte, pour présenter quelque intérêt du point de vue pastoral; il constitue tout au plus un pâturage d'apport pour quelques jours; *Festuca maroccana* est d'ailleurs dédaignée par le bétail.

Seule association de pozzine sèche sur le Haut Atlas Central et Occidental, l'association à *Potentilla pennsylvanica* et *Silene heterodonta* présente de très étroits rapports tant physionomiques que floristiques ou écologiques avec le groupement à *Festuca hystrix* et *Taraxacum atlanticum* du Haut Atlas calcaire (cf. *infra*). Nous n'avons rencontré sur la Sierra Nevada aucune association vicariante; le pourtour des pozzines à NARDETO-FESTUCETUM IBERICAE est, en effet, occupé sur ce massif par la sous-association à *Arenaria aggregata* var. *granatensis* du STATICETO AGROSTIDETUM NEVADENSIS floristiquement très différente du groupement étudié ici.

## C. — LES ASSOCIATIONS DE POZZINES SUR LE HAUT ET LE MOYEN ATLAS CALCAIRES

Dans le Haut et le Moyen Atlas calcaires, les pozzines suintantes sont très rares en dehors de quelques localités où se rencontrent des Cariçaies à *Carex intricata ;* les groupements appartenant à l'Alliance Trifolion Humilis, au nombre de trois seulement sur ces massifs, représentent en général, des pozzines sèches d'ailleurs peu étendues et floristiquement très pauvres. Ce sont :

— l'association à *Festuca rubra* var. *Yvesiana* et *Gentiana ciliata*(Festuceto-Gentianetum ciliatae) ;

— l'association à *Festuca hystrix* et *Taraxacum atlanticum* (Festuceto-Taraxacetum Atlantici) ;

— l'association à *Raffenaldia platycarpa* (Raffenaldietum Platycarpae).

### 1° Association à *Festuca rubra* var. *Yvesiana* et *Gentiana ciliata.*

Les pozzines suintantes à *Festuca rubra* ne sont pas totalement absentes du Haut Atlas calcaire, elles existent en particulier sur le massif du m'Goun, près des sources de l'acif m'Goun et de la Tessaout ; nous en avons rencontré sur l'Andromeur ; il faut également signaler ici les pourtours immédiats de quelques sources permanentes sur l'Aïoui et l'Azourki. A l'est de l'Ahansal, les pozzines suintantes sont en général uniquement constituées par des cariçaies n'appartenant plus à l'Alliance Trifolion Humilis.

Cette association doit être regardée sur le Haut Atlas sédimentaire comme la vicariante du Festuceto-Nardetum ; elle s'en rapproche en effet par son cortège floristique où se retrouvent quelques caractéristiques des Udo-Nardetalia et des Caricetea-Curvulae absentes partout ailleurs du Haut Atlas calcaire : *Botrychium lunaria*, *Euphrasia minima* ssp. *Wilkommii*, *Sagina saginoides ;* il en est de même pour les gentianes : *G. atlantica*, *G. verna* ssp. *Peneti* et *G. Tornezyana.*

Parmi les caractéristiques, nous avons rangé tout d'abord *Festuca rubra* var. *Yvesiana* qui ne manque dans aucun relevé ; parmi les autres figurent : *Gentiana ciliata*, *Gentiana verna* ssp. *Peneti*, *Plantago rhizoxylon* var. *genuina*, *Plantago subulata* var. *atlantis* et *Ononis Thomsonii* var. *typica.*

Nous possédons 10 relevés effectués dans les localités suivantes (sédiments périglaciaires décalcifiés en surface) :

1 — J. Andromeur Issil Tamda : 100 m² – R. 100 % – I. 15 % – E. - S.-E. (2 950 m).

2 — M'Goun : sources de l'Acif m'Goun : 100 m² – R. 100 % – I. 5 % – E. - S. (2 500 m).

3 — M'Goun : pozzine dans les gorges de l'acif m'Goun : 100 m² – R. 100 % – I. 0 % – E.-W. (2 450 m).
4 — Même localité : 100 m² – R. 100 % – I. 2 % – E.-W. (2 450 m).
5 à 8 — Pozzines de la Haute Tessaout : 100 m² – R. 100 % – I. 0 à 5 % (300 m).
9 — J. Rhat, pelouse sur le flanc d'une doline à neige.
10 — M'Goun : pelouse suintante au pied d'une falaise calcaire au-dessus de Tizi Tamoughmart : 5 m – R. 100 % – I. 5 % (3 350 m).

Tous ces relevés sont loin d'avoir la même valeur; les quatre premiers, les moins alticoles sont surtout caractérisés par la présence de *Gentiana ciliata*, espèce découverte sur le Haut Atlas en 1951 par SPENCE au bord de l'Acif

| Numéros des relevés : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques de l'association :** | | | | | | | | | | |
| Festuca rubra var. Yvesiana | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| Gentiana ciliata | 1 | 1 | + | 1 | . | . | . | . | . | . |
| Ononis Thomsonii var.typica | + | + | 1 | . | . | + | + | . | . | . |
| Plantago subulata var. atlantis | . | . | . | . | . | + | 2 | 1 | . | . |
| Plantago rhizoxylon var.genuina | . | . | . | . | 2 | 3 | 2 | 1 | . | . |
| **Caractéristiques des unités supérieures :** | | | | | | | | | | |
| Gentiana atlantica | . | . | . | . | . | . | + | 1 | . | . |
| Rumex atlantica | . | + | . | + | . | + | + | + | . | . |
| Lepidium hirtum ssp.atlanticum | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | + | . |
| Leontodon atlanticum | 1 | + | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Ranunculus montanus ssp.aurasiacus | . | . | + | 1 | . | . | . | + | + | . |
| Sagina gaginoides var. nevadensis | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . |
| Euphrasia minima ssp. Wilkommii | . | . | . | 1 | . | . | . | + | . | . |
| Botrychium lunaria | . | . | . | + | . | + | . | + | + | + |
| **Compagnes :** | | | | | | | | | | |
| Lotus corniculatus | 3 | 1 | 2 | 2 | . | . | . | + | . | . |
| Carex flava var. nevadensis | 2 | . | . | . | . | 1 | 1 | + | . | . |
| Carduncellus Pinnatus | + | + | . | . | . | . | . | + | . | . |
| Hieracium pseudo-pilosella | + | 1 | 2 | 2 | . | + | . | 1 | . | . |
| Plantago coronopus | . | + | 2 | + | . | . | . | . | . | . |
| Galium sp. | . | + | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| Medicago suffruticosa | . | 1 | + | 1 | . | + | + | 1 | + | . |
| Equisetum ramosissum | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Carex leporma | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Polygala rosea ssp. boetica | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| Orchis sp. | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| Scabiosa columbaria | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| Parnassia palustris | . | + | . | + | . | . | . | + | . | . |
| Juncus melanocephalus | + | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . |
| Cerastium argense | . | . | . | + | . | . | . | + | . | + |
| Hernaria glabra | + | 1 | . | + | . | 1 | 1 | 1 | . | . |
| Seseli montanum | . | . | . | . | . | 1 | + | . | . | . |
| Koeleria vallesiana | + | + | . | . | . | 1 | 2 | . | . | . |
| Gentiana verna ssp. Peneti | . | . | . | . | 1 | + | 1 | 1 | . | . |
| Erigeron Mairei | . | . | . | . | 1 | + | 1 | 1 | . | . |
| Poa alpina | . | . | . | + | . | 1 | . | 1 | + | . |
| Catananche coespitosa | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

TABLEAU XXX.

Arou ; nous l'avons retrouvée en abondance sur le flanc nord du m'Goun et sur l'Andromeur. C'est une excellente caractéristique de ce faciès de l'association. Les relevés 5 à 8, pris dans les pozzines de la haute Tessaout, se différencient par la présence de *Gentiana verna* ssp. *Peneti* (unique localité connue sur le Haut Atlas calcaire), de *Plantago subulata* var. *atlantis* et *Plantago rhizoxylon* var. *genuina*. Il faut encore signaler dans ce faciès de l'association l'abondance de *Ranunculus dyris* et d'*Erigeron Mairei ; Gentiana Tornezyana* n'a été rencontrée qu'une seule fois.

Les deux derniers relevés enfin proviennent des sommets du Rhat et du m'Goun et représentent des micro-prairies entretenues au pied de falaises calcaires par des suintements pérennes. Seuls *Festuca rubra* var. *Yvesiana* et *Botrychium lunaria* (toujours dans sa forme naine) permettent encore d'individualiser ce groupement.

Du point de vue édaphique, l'association à *Festuca rubra* var. *Yvesiana* et *Gentiana ciliata* végète au fond de cuvettes où s'est entassée une épaisseur parfois considérable d'alluvions grimaldiennes assez pauvres en éléments figurés ; mais inversement à ce qui se passe dans l'association à *Festuca hystrix* et *Taraxacum atlanticus* l'humidité permanente du substrat permet le développement d'une couche superficielle d'humus alpin noirâtre dont les principales caractéristiques sont données ci-dessous.

D'une façon générale, les profils pédologiques en provenance de cette association présentent les caractères suivants (pozzine des sources de la haute Tessaout, 3 000 m) :

A$^0$ — 2–3 cm d'humus encore assez riche en débris végétaux, noirâtre.

| | | |
|---|---|---|
| *p*H | | 7,0 |
| Humus | | 12,8 ‰ |
| Débris végétaux | | 28,5 % |
| Granulométrie % : | Cailloutis | 15 % |
| | Sables grossiers | 21 % |
| | Sables fins | 11 % |
| | Limons | 16 % |
| | Argiles | 8,5 % |

A$_1$ — 8 cm d'humus alpin silicaté, noir, moelleux.

| | | |
|---|---|---|
| *p*H | | 7,2 |
| Humus | | 13,3 ‰ |
| débris végétaux | | 23,7 % |
| granulométrie % : | Cailloutis | 11 % |
| | Sables grossiers | 35 % |
| | Sables fins | 8 % |
| | Limons | 20 % |
| | Argiles | 13 % |

B$_1$ — 1 à 3 m d'alluvions grimaldiennes rougeâtres avec çà et là quelques lits de cailloux :

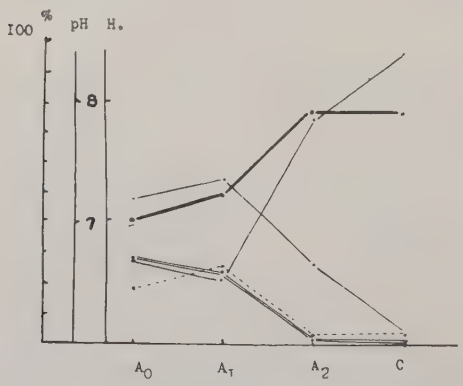
| | | |
|---|---|---|
| *p*H | | 7,85 |
| Humus | | 1,1 ‰ |
| Débris végétaux : traces | | |
| granulométrie % : | Cailloutis | 32 % |
| | Sables grossiers | 6 % |
| | Sables fins | 11 % |
| | Limons | 43 % |
| | Argiles | 9 % |

C — Roche mère de calcaire compact plus ou moins désagrégé en surface.
*p*H . . . . . 7,8

Dans quelques rares cas, il existe entre les horizons A1 et B1, une couche peu épaisse de tourbe à cypéracées analogue à celle qui a été décrite à propos du NARDETO-FESTUCETUM.

Comme précédemment, nous avons établi sur un graphique les variations du *p*H, de la teneur du sol en humus, en débris végétaux et des sédiments supérieurs à 1 mm; à travers les différents horizons du sol définis ci-dessus.

Ici, le *p*H est toujours supérieur à 7 : dans les horizons humifères en surface, il oscille entre 7,1 et 7,3; dans les horizons sédimentaires sous-jacents, par contre, il est, en général, voisin de 7,9.



GRAPHIQUE 15.
Légende cf. p. 261.

La teneur du sol en humus est faible, pratiquement nulle même à partir de l'horizon B.

Du point de vue granulométrique, on note une diminution progressive des éléments fins vers la profondeur.

Il est intéressant de chercher à préciser ici, quelles sont les différences dans leur constitution pédologique, entre les pozzines suintantes du Haut Atlas siliceux, et celles du Haut Atlas calcaire En effet, sur le plan floristique des divergences considérables existent dans le peuplement végétal de ces formations; certes, au cours de ces dernières années, nous avons retrouvé sur le Haut Atlas calcaire quelques plantes considérées jusqu'à ce jour comme spéciales au Haut Atlas éruptif : *Botrychium lunaria, Gentiana Tornezyana, Euphrasia Wilkommii, Viola palustris, Sagina saginoides,* mais même lorsqu'elles existent, ces espèces sont extrêmement rares et localisées. De toute façon d'ailleurs divers éléments parmi les plus représentatifs de la flore des pozzines du Toubkal, par exemple, font indiscutablement défaut sur le Haut Atlas calcaire; au premier chef de ces espèces, il convient de citer *Nardus stricta.*

Ces particularités floristiques sont susceptibles d'être expliquées par différents facteurs particulièrement évidents dans l'analyse pédologique des différents types de pozzines sur le Haut Atlas :

L'horizon humifère, tout d'abord, est beaucoup plus réduit dans les pozzines sur substrat calcaire, il ne dépasse jamais une dizaine de centimètres, alors que sur l'Atlas éruptif, il atteint fréquemment plus de 1 m d'épaisseur.

Même dans ce cas, d'autre part, la teneur de ce sol en humus est beaucoup plus réduite (10-15 ‰ au maximum contre 30-50 ‰) en moyenne sur le Haut Atlas éruptif.

Par contre, il n'est pas possible d'invoquer, pour expliquer ces différences dans la composition floristique, la teneur respective du sol en ions Ca échan-

geables. En effet, les dosages effectués ne nous ont montré que des différences insignifiantes entre les pozzines suintantes du Haut Atlas siliceux et celles du Haut Atlas calcaire.

— Atlas calcaire :

Pozzines des sources de l'acif m'Goun,
FESTUCETO-GENTIANETUM, horizon A1 . . . . . 4,00 %
Pozzines de la haute Tessaout,
FESTUCETO-GENTIANETUM, horizon A1 . . . . . 8,80 %

— Atlas éruptif :

Pozzines de la haute Reraya,
AGROSTIDETO-GENTIANETUM, horizon A1 . . . . . 6,42 %
POETO-ANACYCLETUM . . . . . 5,2 %
Pozzines du J. Tichka,
NARDETO-FESTUCETUM, horizon A1. . . . . 7,4 %

Nous n'avons pu étudier les facteurs micro-climatiques régissant cette association, mais ils ne doivent pas différer sensiblement de ceux déjà signalés à propos du NARDETO-FESTUCETUM.

L'assèchement progressif du FESTUCETO-GENTIANETUM entraîne l'apparition de l'association à *Festuca hystrix, Taraxacum atlanticum* et ensuite celle du VELLETUM-MAIREI.

### 2° Association à *Festuca hystrix* et *Taraxacum atlanticum.*

Ce groupement, dont l'aire de répartition comprend tout le Haut Atlas calcaire et les chaînons orientaux du Moyen Atlas calcaire représente sur ces massifs le vicariant écologique et floristique du POTENTILLETO-SILENETUM.

Il prospère dans les dépressions terreuses et sur le pourtour des sources pérennes entre les altitudes de 2 400 et 3 300 m.

Décrite pour la première fois par HUMBERT sur le massif de l'Ayachi, retrouvée par EMBERGER sur le massif du Rhat et du m'Goun, nous avons étudié cette association dans un travail récent (1952). Nous l'avons rencontrée depuis sur toute la chaîne calcaire du Grand Atlas.

Nos relevés proviennent des stations suivantes (sédiments grimaldiens sur substrat de calcaire compact) :

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Différentes pozzines sur le flanc N. du J. Azourki et du J. Aïoui . . . . . | R. 80 % – I. 5 % (2 600 m). |
| 2 | | R. 80 % – I. 5 % (2 650 m). |
| 3 | | R. 70 % – I. 10 % (2 500 m). |
| 4 | | R. 70 % – I. 10 % (2 700 m). |
| 5 | | R. 80 % – I. 5 % (2 650 m). |
| 6 | Pozzines sur le flanc E. de l'Ayachi . . | R. 70 % – I. 10 % (2 800 m). |
| 7 | | R. 70 % – I. 50 % (3 000 m). |
| 8 | | R. 60 % – I. 15 % (2 950 m). |
| 9 | | R. 70 % – I. 15 % (3 100 m). |
| 10 | | R. 50 % – I. 5 % (2.900 m). |
| 11 | | R. 60 % – I. 5 % (3 100 m). |

| | | |
|---|---|---|
| 12 | Pozzines sèches sur le J. Rhat . . . . . | R. 60 % – I. 10 % (2 800 m). |
| 13 | | R. 60 % – I. 10 % (2 800 m). |
| 14 | | R. 60 % – I. 10 % (3 000 m). |
| 15 | | R. 80 % – I. 5 % (3 100 m). |
| 16 | — J. Aïoui, revers S. de l'Akka n'Tazzert. . | R. 70 % – I. 7 % (2 800 m). |
| 17 | — J. Aïoui . . . . . | R. 50 % – I. 10 % (2 850 m). |
| 18 | — Dolines sur le Bou Iblane . . . . . | R. 50 % – I. 5 % (2 800 m). |
| 19 | — Moussah ou Salah . . . . . | R. 60 % – I. 10 % (2 850 m). |
| 20 | — Moussah ou Salah . . . . . | R. 50 % – I. 10 % (2 900 m). |
| 21 | — Tizi n'Ouano Haut Imdrhas Grand Atlas | R. 100 % – I. 0 % (3 000 m). |
| 22 | — Haut chegg el Ard (à l'W. du Bou Naceur) . . . . . | R. 100 % – I. 5 % (2 500 m). |
| 23 | — Même localité . . . . . | R. 100 % – I. 15 % (2 600 m). |

Comme le POTENTILLETO-SILENETUM, le FESTUCETO-TARAXACETUM peut se dissocier facilement en diverses sous-associations.

Deux entités géographiques doivent tout d'abord être distinguées :

Sur le Haut Atlas, *Silene heterodonta* var. *Cossoniana, Serratula nudicaulis* et *Hipocrepis Liouvillei* permettent d'individualiser la sous-association TYPICUM.

Sur le Moyen Atlas, *Buffonia Strohli, Rorippa aspera* ssp. *Hayana, Ranunculus batrachioides* et *Helichrysum Raynalianum* caractérisent la sous-association à *Rorippa Hayana.*

Comme dans le groupement à *Potentilla pennsylvanica* et *Silene heterodonta* var. *Thomsoni*, il faut également distinguer une sous-association à *Festuca deserti* ssp. *maroccana* représentant l'aspect le plus xérophile de l'association.

Parmi les espèces caractéristiques communes à l'ensemble des relevés, *Taraxacum atlanticum* et *Bupleurum Benoisti* représentent deux endémiques strictes des Atlas, et *Festuca hystrix* une ibéro-mauritanienne.

Dans la sous-association TYPICUM, il est encore possible de distinguer différents faciès respectivement caractéristiques d'un massif montagneux.

Le massif du Rhat et du m'Goun par un faciès à *Serratula nudicaulis* var. *Ibrahimi.*

Le massif de l'Ayachi par un faciès à *Geranium nanum.*

Le massif de l'Azourki par un faciès à *Silene heterodonta* var. *Cossoniana.*

Comme dans l'association précédente, les caractéristiques de l'Alliance TRIFOLION HUMILIS sont encore largement représentées mais seule *Sagina saginoides* var. *nevadensis* permet de rattacher ce groupement aux UDO-NARDETALIA.

Un des caractères phytosociologiques essentiels du FESTUCETO-TARAXACETUM est donc, sans conteste, une tendance marquée à la micro-ségrégation ; une telle multiplicité de sous-associations et de faciès ne se retrouve dans aucun autre groupement du Haut Atlas, sauf peut-être dans le VELLETUM MAIREI. En effet, alors que le groupement de pozzine sèche sur le Haut Atlas siliceux offre un cortège floristique très uniforme, on retrouve sur son homologue calcicole au moins 6 sous-associations ou faciès. Différentes raisons peuvent expliquer cette anomalie :

Tout d'abord l'aire relativement beaucoup plus vaste du dernier groupement.

| Numéros des relevés: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Caractéristiques de l'association : | | | | | | A | | | | | | | | B | | | | | | C | | | |
| Festuca hystrix | . | I | + | I | . | 2 | 2 | I | I | . | I | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | I | I | 2 | 2 |
| Campanula filicaulis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| var.pseudo-radicosa | I | I | + | I | . | I | I | I | I | + | + | + | 2 | I | I | + | + | + | . | + | + | . | . |
| Medicago suffruticosa | . | . | I | I | + | . | + | I | 2 | 3 | I | I | . | . | I | . | . | I | 2 | 2 | I | I | 2 |
| Bupleurum Benoisti | . | . | . | + | . | . | I | I | . | . | . | . | 2 | 2 | I | . | + | + | . | . | . | + | + |
| Hippocrepis Lieuvillei | . | + | . | . | . | . | . | . | I | I | . | 2 | . | I | . | . | . | . | . | + | + | + | . |
| Taraxacum atlanticum | 2 | 2 | I | 2 | + | I | I | 2 | I | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + |
| Différentielle du faciès à Silene heterodenta : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Silene heterodenta var. Cosseniana | I | I | 2 | + | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Différentielle du faciès à Géranium cinereum ssp. nanum : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Geranium cinereum ssp.nanum | . | . | . | . | . | 2 | 2 | 3 | I | I | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . |
| Différentielles de la sous-association à Festuca deserti ssp.marocana: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Festuca deserti ssp. marocana | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 2 | 2 | I | 2 | + | . | . | . | . | . | . |
| Serratula nudicaulis | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | I | + | I | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Différentielles de la sous-association à Reripa ayana: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Buffonia Strehli | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | + | . | |
| Reripa aspera ssp.hayana | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | I | I | I | 2 |
| Ranunculus batrachioides | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | I | I |
| Helychrysum Raynalianum | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | I | I |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trifolium humile | 3 | 2 | 2 | 2 | I | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | I | . | I | + | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | I | 2 | 2 |
| Rumex atlanticus | . | . | I | I | I | + | . | 2 | I | . | . | . | + | I | I | I | . | + | I | I | . | . | . |
| Lepidium hirtum ssp.atlanticum | I | + | . | I | I | . | + | . | . | . | + | . | . | . | I | + | + | . | . | + | I | . | |
| Ranunculus montanus ssp. aurasiacus | . | + | + | I | . | . | . | + | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + |
| Leontodon atlanticum | . | . | . | . | I | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Agrostis atlantica | . | . | I | . | . | . | . | I | I | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Sagina saginoides var. nevadensis | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Compagnes principales (Caractéristiques de l'Ordre des ERINACETALIA) : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jurinea humilis | . | . | . | + | . | + | I | . | . | . | . | I | I | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . |
| Erysimum Boccanei | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Cerastium Boissieri | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | + | . | I | 2 | . | . | . | . | + | . | + | . |
| Alsine Funkii | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | I | . | + | . | + | . | . | . | . | . |
| Astragalus Boissieri | . | . | . | . | . | I | + | . | + | . | . | . | I | I | . | I | . | . | . | . | . | + | . |
| Erinacea pungens | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | I | + | . | . | I | . | . | . |
| Scorzonera pygmaea | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | 2 | I | + | I | . | . | . | I | I | I |
| Catananche caespitosa | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | . | . | I | I | . | . | . | I | I | |
| Autres Compagnes : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hernaria glabra | I | I | I | I | I | 2 | + | . | + | . | I | I | 2 | I | + | . | I | I | I | I | . | I | I |
| Paronychia polygonifolis | . | I | . | + | + | I | I | . | + | I | . | . | I | 2 | . | + | I | . | . | + | . | . | . |
| Plantago coronopus | + | + | . | I | I | . | I | I | + | 2 | 2 | . | I | I | . | . | . | . | 2 | I | . | . | . |
| Medicago lupulina | . | 2 | 2 | . | I | I | 2 | I | . | . | I | . | . | + | + | . | . | I | . | + | . | . | . |
| Festuca Yvesii | 2 | 3 | 3 | I | + | I | I | 2 | I | I | . | . | + | . | I | I | . | I | 2 | . | . | . | . |
| Festuca rubra (var.plur.) | . | . | I | I | . | I | . | 2 | . | I | . | . | . | . | . | . | . | 2 | + | 2 | I | 2 | 2 |
| Koeleria valesiana | . | . | + | + | . | . | I | . | . | + | . | I | 2 | 2 | . | 2 | . | + | . | . | + | I | I |
| Trisetaria flavescens | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | . | . | + | I | . | + | 2 | + | . | . | . | I | I |
| Haynaldia hordeacea | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | I | I | . | + | . | . | + | + | + | + |
| Dactylis glomerata | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | + | . | 2 | + | . | . | + | . | . | . | + |
| Poa bulbosa | I | . | I | . | . | . | + | + | . | . | . | + | 2 | . | . | . | I | . | . | . | . | + | . |
| Lotus corniculatus | . | I | . | . | + | + | . | . | . | I | . | . | . | . | . | + | . | I | I | + | . | . | . |
| Polycarpon polycarpoides ssp. Bivonae | . | + | . | . | . | . | . | + | + | + | . | . | I | . | I | . | + | I | . | . | . | . | . |
| Taraxacum obovatum | . | . | + | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | I | I | . | + | . |
| Bellis caerulescens | . | . | + | + | . | . | + | . | . | I | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Androsace maxima | . | . | . | . | . | . | . | I | . | + | . | . | + | + | . | I | + | . | . | + | . | . | . |
| Echinaria capitata | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | I | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . |
| Hieracium pseudo-pilosella | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | I | . | I | . | + | . | . | . | . | . | . |

A:Sous ass.Typicum - B:Sous ass.à Festuca marocana - C: Sous ass. à Reripa ayana

TABLEAU XXXI.

Ensuite et surtout l'isolement stationnel beaucoup plus accusé des pozzines sèches sur les Atlas calcaires. Le FESTUCETO-TARAXACETUM n'occupe en effet que des localités très réduites, et encore ne présente-t-il dans chacune que peu de stations; la sécheresse considérable des massifs calcaires, leur manque de cours d'eau permanent ont largement minimisé les possibilités de contacts floristiques; chaque groupe de pozzine sèche a donc évolué isolément, tendant de la sorte à accuser de plus en plus son individualité. Mais la ségrégation phytosociologique n'a pas, comme pour les groupements rupicoles, abouti à une véritable pulvérisation de l'association initiale et ici, encore deux raisons peuvent surtout être invoquées pour rendre compte de ce fait : soit la pauvreté de la flore primitive tant en entités spécifiques qu'en micro-formes, soit l'isolement stationnel relativement récent, consécutif à un assèchement du climat. Il est pour l'instant, reconnaissons-le, difficile de faire la part respective de ces deux hypothèses.

La sous-association à *Festuca maroccana* ne répond par contre qu'à une modification du micro-climat local, elle se retrouve sur toute la longueur de la chaîne et présente des exigences écologiques et stationnelles identiques à celles de la sous-association à *Festuca maroccana* du POTENTILLETO-SILENETUM.

### Les facteurs édaphiques.

Le sol dans les groupements de pozzine sèche sur le Haut Atlas calcaire ne présente que peu de différences vis-à-vis de celui étudié plus haut à propos du POTENTILLETO-SILENETUM.

Il offre toutefois une structure encore plus simplifiée et n'est représenté en général que par 10 à 30 cm d'argiles jaunâtres accumulées dans ces dépressions par les facteurs météorologiques; il s'agit à peu près toujours de sédiments grimaldiens; il n'existe par contre jamais en surface d'horizon humifère individualisable.

L'analyse d'un de ces types de substrat en provenance du Haut Imdrhas, nous a fourni les données suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| *p*H | | 7,05 |
| Humus | | 1,3 ‰ |
| Granulométire % | Cailloutis | 27 % |
| | Sables grossiers | 9 % |
| | Sables fins | 14 % |
| | Limons | 42 % |
| | Argiles | 9 % |

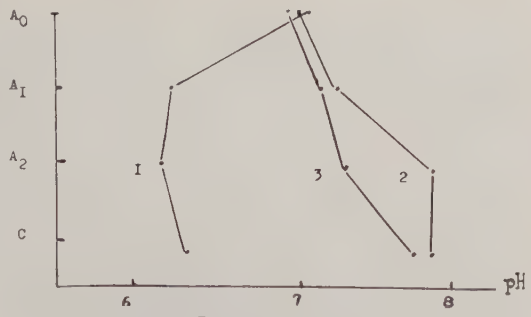
Ce type de substrat est extrêmement voisin de celui qui a été déjà signalé à propos de l'association précédente; il n'en diffère en réalité que par l'absence d'horizon humifère en surface.

Un autre caractère important de ces alluvions grimaldiennes sur l'Atlas sédimentaire est leur décalcification absolue. En effet, nous avons trouvé les valeurs suivantes pour les ions Ca échangeables :

| | |
|---|---|
| Pozzines des sources de l'acif m'Goun | 2,4 ‰ |
| Pozzines du Haut Imdrhas | 2,2 ‰ |

*Les facteurs climatiques* qui régissent le FESTUCETO-TARAXACETUM ATLANTICI sont absolument superposables à ceux qui ont été étudiés pour le POTENTILLETO-SILENETUM.

***




GRAPHIQUE 16.

Variations du *p*H dans les différents horizons de :
I *Nardeto-Festucetum*;
II *Festuceto-Gentianetum*;
III *Potentilleto-Silenetum*.

Ainsi, FESTUCETO-TARAXACETUM et POTENTILLETO-SILENETUM représentent deux unités phytosociologiques écologiquement équivalentes; seules les différences dans la nature du substrat permettent d'expliquer les raisons de la ségrégation de ces entités. *Serratula nudicaulis*, *Festuca hystrix* et *Hippocrepis Liouvillei* paraissent être des calcicoles exclusifs sur le Haut Atlas; il en est de même pour *Silene heterodonta* var. *Cossoniana*, *Silene heterodonta* var. *Thomsoni* étant au contraire calcifuge. Il convient toutefois de remarquer que les différences du *p*H entre le sol des pozzines sèches sur silice et sur calcaire sont faibles et surtout perceptibles dans les zones inférieures du sol (cf. *schéma*) et le rôle des facteurs géographiques est peut-être au moins aussi important que celui de la nature de la roche mère.

Sur les montagnes du sud de la péninsule ibérique, nous n'avons pas rencontré de groupement homologue du FESTUCETO-TARAXACETUM; les quelques dépressions terreuses sur substrat calcaire que nous avons vues sur la Sierra Nevada étaient couvertes d'un tapis uniforme de *Plantago subulata* var. *nevadensis*. Toutefois, les portions calcaires de cette chaîne sont peuplées à partir de 2 000 m environ sur le versant nord par un groupement de xérophytes épineux : l'association à *Festuca hystrix* et *Astragalus Boissieri*, qui, bien qu'appartenant à l'Ordre des ERINACETALIA présente trop de rapports avec le groupement analysé ici, pour ne pas exiger leur mise en parallèle.

Ces deux associations possèdent, en effet, en commun et en exclusivité sur ces deux massifs : *Festuca hystrix* et *Serratula nudicaulis* var. *subinermis*. *Astragalus Boissieri* également exclusive du groupement névadéen est fréquente dans le FESTUCETO-TARAXACETUM atlasique. Ces deux entités phytosociologiques appartiennent à des unités supérieures différentes; il est intéressant de chercher à préciser les raisons de cette apparente anomalie. L'étude du microclimat de ces deux associations fournit d'ailleurs aisément cette explication; la sécheresse moins intense de la Sierra Nevada, sa pluviosité plus élevée, permettent en effet l'installation dans des groupements à type de landes à xérophytes épineux, d'espèces liées, sur le Haut Atlas, à des formations prairiales; leur absence dans les formations analogues nevadéennes ne traduit en réalité que leur xérophilie relative.

Tout récemment, FONT-QUER (1954) vient de décrire de la Sierra de Albaracin, dans le sud de l'Aragon, une association à *Festuca hystrix* et *Poa ligulata*. Par sa constitution floristique, ce groupement vient encore confirmer

cette façon de voir. En effet, il s'agit là d'une formation de type prairial où les chaméphytes sont très rares, mais qui atteste encore d'indiscutables affinités avec l'Ordre des ERINACETALIA : *Poa ligulata, Minuartia Funkii, Jurinea humile, Dianthus brachyanthus, Arenaria aggregata* y figurent en effet.

3° Association à ***Raffenaldia platycarpa.***

Le troisième type d'association végétale assimilable à un groupement de pozzine sur le Grand Atlas Oriental, est étroitement localisé entre 3 100 et 3 800 m dans deux types bien définis de station.

| Numero des relevés : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sous Ass. TYPICUM | | | | | | | Sous Ass. GLACIALE | | | | | | |
| Caractéristiques de l'association : | | | | | | | | | | | | | | |
| Raffenaldia platycarpa | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | + | 2 | 2 | + | 1 |
| Ranunculus montanus ssp. mesatlanticus | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | + | 1 | 1 | 1 |
| Caractéristiques des unités supérieures : | | | | | | | | | | | | | | |
| Trifolium humile | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | . | . | + | . | . | . |
| Rumex atlanticus | 1 | . | + | + | + | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| Lepidium hirtum ssp. atlanticum | 1 | . | + | . | + | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| Botrychium lunaria | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Compagnes principales : | | | | | | | | | | | | | | |
| Plantago coronopus | + | . | + | . | + | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . |
| Festuca Yvesii | 1 | 2 | + | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Poa alpina | . | 1 | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Koeleria valesiana | 1 | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Bellis caerulescens | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Polycarpon Bivonae | 2 | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

TABLEAU XXXII.

Il s'agit tout d'abord, du fond argileux des dépressions et des dolines à neige du massif du Rhat. Dans ces stations, l'association est bien développée, l'humidité est entretenue par des amas de neige très avant au cœur de l'été, et le sol est constitué par des bouchons d'argile de décalcification. Entre 3 100 et 3 500 m une sous-association spéciale (sous-association TYPICUM) caractérise de telles stations. Nous en possédons six relevés effectués dans diverses dolines du Rhat. Nous leur avons rattaché un relevé effectué dans une dépression humide sur la chaîne du Bou Iblane (relevé 7).

Les deux espèces caractéristiques : *Raffenaldia* et *Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* var. *mesatlanticus* sont toujours largement représentées. Il en est de même pour *Trifolium humile*, les autres caractéristiques de l'Alliance

sont rares, les caractéristiques de l'Ordre et de la Classe sont absentes (*Botrycium lunaria* mis à part, trouvé une fois dans une doline du Rhat).

Si cet aspect de l'association n'offre déjà plus que de discrets rapports avec les groupements de pozzine, la deuxième sous-association que nous lui avons rattachée, présente un cortège floristique encore plus réduit. Elle est localisée, sur les massifs du Rhat, du m'Goun, de l'Ayachi, du Bou Naceur et du Bou Iblane, dans les éboulis culminaux, le long de névés qui persistent au moins jusqu'au début du mois de juillet (sous-association Glaciale 3 400-3 800 m). Seulement 3 espèces figurent dans nos cinq relevés : les deux caractéristiques et *Trifolium humile*. C'est surtout des raisons d'analogie floristique qui permettent de rapporter cette végétation à l'association décrite ici.

Nos sept relevés proviennent des stations suivantes :

8-9 — Rhat, bord de névé sur le Rhat : S.-W. (3 400 m).
10 — Ayachi, bord de névé : flanc S. de l'Ari Ayachi (3 600 m).
11 — Ayachi : éboulis sur le versant N. (3 600 m).
12-13 — Bou Iblane : flanc N. (3 100 m).
14 — Bou Naceur : flanc N. (3 250 m).

Le Raffenaldietum-Platycarpae représente sur les atlas calcaires dans sa sous-association Typicum, l'homologue du Gentianeto-Agrostidetum et dans sa sous-association Glaciale, l'homologue du Poeto-Anacycletum; mais il s'agit ici d'une vicariance surtout écologique et physionomique. Toutefois dans l'un comme dans l'autre, on assiste à une réduction considérable du cortège floristique et à la disparition quasi totale des lignées d'orophytes européens.

Strictement endémique des Atlas calcaires, le Raffenaldietum ne saurait pour l'instant être rapproché d'aucune autre association connue.

## D. — LES ASSOCIATIONS DE POZZINES SUR LES HAUTES MONTAGNES DE NUMIDIE

Sur les sommets des chaînes du Djurdjura et de l'Aurès, se rencontre un type d'association végétale présentant d'étroites affinités physionomiques et écologiques avec les groupements de pozzines sèches étudiés plus haut. Les relations unissant, du point de vue floristique, les groupements homologues du Haut Atlas et des montagnes Numides, ne sont pas évidentes.

Les pozzines sèches de l'Aurès et du Djurdjura (Agounis) offrent en effet un cortège floristique assez pauvre où, en dehors de quelques espèces spéciales, dominent les ubiquistes. Toutefois, *Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* et *Lepidium atlanticum* s'y trouvent encore; il est possible de rapporter les associations qui y prospèrent à l'Alliance Trifolion Humilis. Bien que les caractéristiques de l'Ordre et de la Classe fassent totalement défaut, c'est la seule solution acceptable du point de vue phytosociologique.

Il s'agit :

— sur le Djurdjura, de l'association à *Alopecurus Gerardi* et *Romulea Battandieri* (Alopecureto-Romuleetum).

— sur l'Aurès, du groupement à *Trifolium repens* et *Romulea Vaillanti* (Trifolieto-Romuleetum).

### 1° Association à *Alopecurus Gerardi* et *Romulea Battandieri.*

Sur le Djurdjura et tout spécialement sur le massif de l'Haizer, les pozzines sèches sont nombreuses, elles occupent des dépressions terreuses parfois assez vastes dans toute la zone à lappiaz et à dolines. Ces cuvettes sans écoulement vers la mer sont occupées par la neige jusqu'au mois d'avril. Ensuite l'eau y stagne pendant quelques semaines, et une humidité notable s'y maintient jusqu'au mois de juin.

Des prairies analogues se rencontrent sur le flanc nord de la chaîne au pied du Pic Lung en particulier, le long des ruisselets persistant jusqu'au mois de juin.

L'amplitude altitudinale de l'association oscille entre 1850 et 2 260 m. Elle fait défaut sur les bords du Goulmine où se rencontre une pelouse à *Plantago coronopus* var. *rossulata* dominant, mais où les espèces caractéristiques manquent.

Nous possédons 8 relevés de cette association. Ils ont été effectués dans les stations suivantes :

1 — Au-dessus du chemin Lapie, flanc N. du Pic Lung : R. 80 % – I. 10 % (2 000 m).

2 — Au-dessus du chemin Lapie, flanc N. du Pic Lung : R. 80 % – I. 10 % (2 100 m).

3 — Au-dessus du chemin Lapie, flanc N. du Pic Lung : R. 70 % – I. 15 % (2 100 m).
4 — Flanc N. du Tizi n'Cenad : R. 70 % – I. 15 % (2 100 m).
5 — Flanc N. du Tizi n'Cenad : R. 70 % – I. 2 % (2 050 m).
6 - Agounis de l'Haïzer : R. 80 % – I. 5 % (2 000 m).
7 — Plateau des dolines : R. 50 % – I. 5 % (2 000 m).
8 — Plateau des dolines : R. 50 % – I. 5 % (2 000 m).

Nous avons retenu trois espèces pour caractériser l'association : l'une, *Romulea Battandieri* est une micro-endémique appartenant au grex *Bulbocodium*. Le milieu si spécial des agounis du Djurdjura parait d'ailleurs être propice à la ségrégation du genre *Romulea ;* à côté de *R. Battandieri*, en effet, une autre espèce y a été décrite : *R. Penzigii* que nous n'avons pas su retrouver ; cette espèce doit d'ailleurs être fort rare, un seul exemplaire existe dans l'herbier d'Alger.

Les deux autres espèces caractéristiques présentent un intérêt biogéographique considérable ; il s'agit de : *Alopecurus Gerardi* et de *Corydalis solida*. Ce dernier dans une variété endémique : var. *bracteosa*. Ces espèces typiquement de souche européenne trouvent sur les sommets du Djurdjura leur unique station africaine (1) ; elles font défaut sur tous les Atlas marocains. *Corydalis solida* fréquent dans les forêts de feuillus françaises n'est pas rare dans l'association ; il se rencontre surtout au pied des blocs rocheux enfouis.

— Caractéristiques de l'association :

| | |
|---|---|
| *Alopecurus Gerardi* | 5 |
| *Romulea Battandieri* | 4 |
| *Corydalis solida* var. *bracteosa* | 1 |

— Caractéristiques des unités supérieures :

| | |
|---|---|
| *Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* | 5 |
| *Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum* | 2 |

— Compagnes principales :

| | |
|---|---|
| *Poa bulbosa* | 5 |
| *Plantago coronopus* | 5 |
| *Taraxacum obovatum* | 4 |
| *Cerastium atlanticum* | 4 |
| *Trifolium repens* | 3 |
| *Lotus corniculatus* | 3 |
| *Herniaria glabra* | 3 |
| *Leontodon Djurdjurae* | 2 |
| *Viola Mumbyana* | 2 |
| *Saxifraga carpetana* | 2 |
| *Medicago lupulina* | 2 |
| *Filago spathulata* | 2 |

(1) *Corydalis solida* vient d'être toutefois recueilli sur le Tababor (Faurel), sur le Takoucht, le Babors et le Tamesguida (Quezel).

*Alopecurus Gerardi* forme un des éléments principaux de ces pelouses. Sa présence en Afrique du Nord à des altitudes inférieures à 2 000 m est d'autant plus curieuse, que cette espèce se localise surtout sur les montagnes européennes, dans les combes à neige et les pelouses alpines.

L'Alopecureto-Romuleetum représente un groupement très stable, à micro-climat bien individualisé et n'accusant que peu de tendances à évoluer. Colonisant des stations bien définies, il entre à peine en contact avec les associations voisines; par assèchement progressif et lessivage du sol, il peut évoluer lentement vers l'association à *Buplcurum spinosum* et *Astragalus numidicus;* il ne succède jamais à des groupements de tourbières, absentes du Djurdjura; dans les portions les plus humides *Poa alpina,* dominant, individualise seulement un faciès spécial de l'Alopecureto-Romuleetum.

Il n'est pas possible d'achever l'étude de cette association sans chercher à en préciser les affinités. Bien que ses plus grandes analogies soient sans conteste à rechercher avec les associations de pozzines sèches sur le Haut Atlas calcaire, la présence d'*Alopecurus Gerardi* dans le groupement Djurdjuréen suggère sa mise en parallèle avec le groupement Pyrénéen et Alpien où existe cette espèce.

Mais, qu'il s'agisse du Trifolieto-Phleetum Gerardi pyrénéen ou de l'association à *Alopecurus Gerardi* et *Ranunculus pyreneus* austro-alpien, appartenant toutes deux à la Classe des Caricetea Curvulae, la similitude floristique se limite à la possession commune de cette espèce et de *Poa alpina.*

La présence d'*Alopecurus Gerardi* sur le Djurdjura n'en est pas moins remarquable; il s'agit, en effet, là du seul orophyte européen localisé dans les associations appartenant à la Classe des Caricetea Curvulae qui soit commun aux pozzines du Djurdjura et aux Nardaies pyrénéennes ou austro-alpiennes. Dans ces derniers massifs ses exigences altitudinales sont beaucoup plus strictes que celles de diverses autres espèces, *Nardus* en particulier faisant défaut sur les montagnes numides.

### 2° Association à ***Trifolium repens*** et ***Romulea Vaillanti.***

Au bord des sources, sur les plus hauts sommets de l'Aurès (Cheliah) se localise ce petit groupement ne se rattachant plus à l'Alliance Trifolion Humilis que par la présence de *Ranunculus montanus* var. *aurasiacus.* Nous le signalons ici à titre comparatif. Nous en possédons 2 relevés effectués sur le flanc nord du Cheliah. Sa composition floristique est la suivante :

Relevé N 1 : Source sur le flanc W. du Cheliah (2 200 m), 10 m – R.100% – I. 8 %.

Relevé N 2 : Source sur le flanc N.-W. du Cheliah (2 100 m), 10 m – R. 100 % I. 7 %.

| Numéros des relevés : | 1 | 2 |
|---|---|---|
| *Ranunculus montanus* ssp. *aurasiacus* . . . . . | 3 | 1 |
| *Romulea Vaillanti* . . . . . | 1 | + |
| *Trifolium repens* . . . . . | 3 | 2 |
| *Saxifraga carpetana* ssp. *atlantica*. . . . . | + | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| *Anthemis tuberculata* | + | 1 |
| *Plantago coronopus* | 2 | 3 |
| *Hieracium pseudo-pilosella* | 1 | 1 |
| *Filipendula hexapetala* | 1 | . |
| *Juncus buffonius* | + | . |
| *Carex divisa* | 1 | . |
| *Armeria Choulettiana* | + | . |
| *Cerastium tetrandrum* | + | . |
| *Juncus glaucus* | . | 1 |
| *Mentha pulegium* | . | 2 |
| *Philonotis seriata* | . | 2 |
| *Sedum nevadense* | . | + |

## CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES POZZINES SUR LES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

Après avoir envisagé la constitution floristique et les exigences écologiques schématiques de diverses associations tendant à individualiser sur le Haut Atlas l'ensemble physionomique représentant la végétation des pozzines, il est intéressant de chercher à saisir les modalités de l'évolution synthétique de ce complexe de groupements.

Tout d'abord, *du point de vue répartition altitudinale*, il est possible, aussi bien sur le Grand Atlas siliceux que sur le Grand Atlas calcaire, de grouper en trois séries l'ensemble de ces groupements.

La première, localisée entre 2 400 et 3 100 m, peut répondre, en raison de sa flore, au terme de pozzine sub-alpine, si on cherche à la comparer avec les formations homologues des hautes montagnes européennes; elle est localisée dans l'horizon inférieur de la zone à xérophytes épineux.

La seconde, localisée entre 3 100 et 3 600 m, peut répondre, pour les mêmes raisons, au terme de pozzine alpine. Elle est localisée dans l'horizon supérieur de la zone à xérophytes épineux.

La troisième, enfin, entre 3 600 et 3 900 m, peut répondre au terme de pozzine de haute altitude; elle ne sort pas de la zone culminale à hémicryptophytes.

Sur le Haut Atlas siliceux, l'édifice sociologique de ces pozzines est beaucoup plus complexe que sur le Haut Atlas calcaire.

— Les pozzines sub-alpines peuvent être constituées, en dehors de groupements de tourbières à cypéracées, par trois associations appartenant à l'Alliance Trifolion Humilis :

- — le Nardeto-Festucetum Yvesianae,
- — le Trifolieto-Deschampsietum,
- — le Potentilleto-Silenetum, ce dernier dans deux sous-associations.

— Les pozzines alpines ne possèdent plus que 2 groupements :

- — le Gentianeto-Agrostidetum,
- — le Roripeto-Potentilletum.

— Les pozzines de haute altitude enfin, un seul :

- — le Poeto-Anacycletum (dans 2 sous-associations).

Sur le Haut Atlas calcaire l'édifice sociologique est le suivant :

— Pozzines sub-alpines :

Festuceto-Gentianetum,
Festuceto-Taraxacetum (dans 2 sous-associations).

— Pozzines alpines :

RAFFENALDIETUM PLATYCARPAE-TYPICUM.

— Pozzines de haute altitude :

RAFFENALDIETUM PLATYCARPAE GLACIALE.

On assiste donc à une simplification considérable de l'édifice sociologique, lorsque l'altitude s'élève, toutes proportions gardées, les pozzines sur substrat calcaire étant beaucoup moins complexes que les pozzines sur substrat siliceux ou gréseux.

***

Pour illustrer les rapports respectifs et les principales exigences écologiques des diverses associations constituant les types de pozzines signalés ci-dessus, nous avons établi une série de graphiques représentant la situation dans la pozzine des divers groupements, avec les principaux caractères des sols sur lesquels ils végètent. Nous avons également étudié les modifications de la température à la surface du sol à travers la succession des groupements et les variations du degré hygrométrique de l'air, à 2 cm de la surface du sol. Toutes les mesures, pour chaque type de pozzine, ont été effectuées le même jour, et à des heures très voisines (14-15 heures). Pour conserver leur valeur comparative, nos mesures ont été effectuées pendant des journées climatiquement analogues (ensoleillement permanent, degrés hygrométriques de l'air, courbes thermométriques sensiblement identiques).

## a) *LES POZZINES SUB-ALPINES SUR SUBSTRAT SABLEUX DANS LE HAUT ATLAS SILICEUX OU GRÉSEUX.*

Ce sont les plus complexes, elles sont surtout bien développées sur les massifs granitiques (Tichka et Bou Ourioul). Les agdals de l'Oukaimeden entrent dans ce groupe.

Nous avons spécialement étudié les pozzines du Tichka, les plus nombreuses, les plus vastes et les plus complexes.

Schématiquement, du centre vers la périphérie, prospèrent en zones concentriques, cinq groupements bien distincts, dont trois seulement entrent dans l'Alliance TRIFOLION HUMILIS. Les deux autres sont :

Dans les parties centrales ombragées ou suintantes, une association de marais à laiches entrant dans l'Ordre des CARICETALIA FUSCAE (POETO-VERONICETUM).

Dans la portion toute périphérique, une association psammophile caractérisée par *Elyzaldia violacea* entrant dans l'Ordre des ERINACETALIA. Ce groupement établit le contact entre les pelouses à POTENTILLETO-SILENETUM et les landes à xérophytes épineux environnantes.

Deux facteurs écologiques paraissent à eux seuls régler d'une façon très précise la répartition des divers groupements végétaux constituant la pozzine.

*Il s'agit tout d'abord de la nature du sol* (cf. *schéma*). Dans la portion médiane

de la pozzine (NARDETO-FESTUCETUM), il est aisé de lui reconnaître, comme nous l'avons indiqué, trois assises bien distinctes. Ce sont : au-dessus de la roche mère, une couche plus ou moins épaisse d'arène granitique, un horizon épais de tourbe fossile à cypéracées, un horizon d'humus alpin silicaté. Cette structure complexe du sol correspond très certainement, dans ce type de pozzine du moins, au climax édaphique; nous n'en voulons pour preuve que l'épaississement considérable que présente à ce niveau l'horizon d'humus silicaté qui peut atteindre 40 à 80 cm de profondeur. De part et d'autre de la zone à NARDETO-FESTUCETUM, cet horizon existe encore, mais beaucoup moins épais. Dans ces associations, où la couverture végétale atteint partout

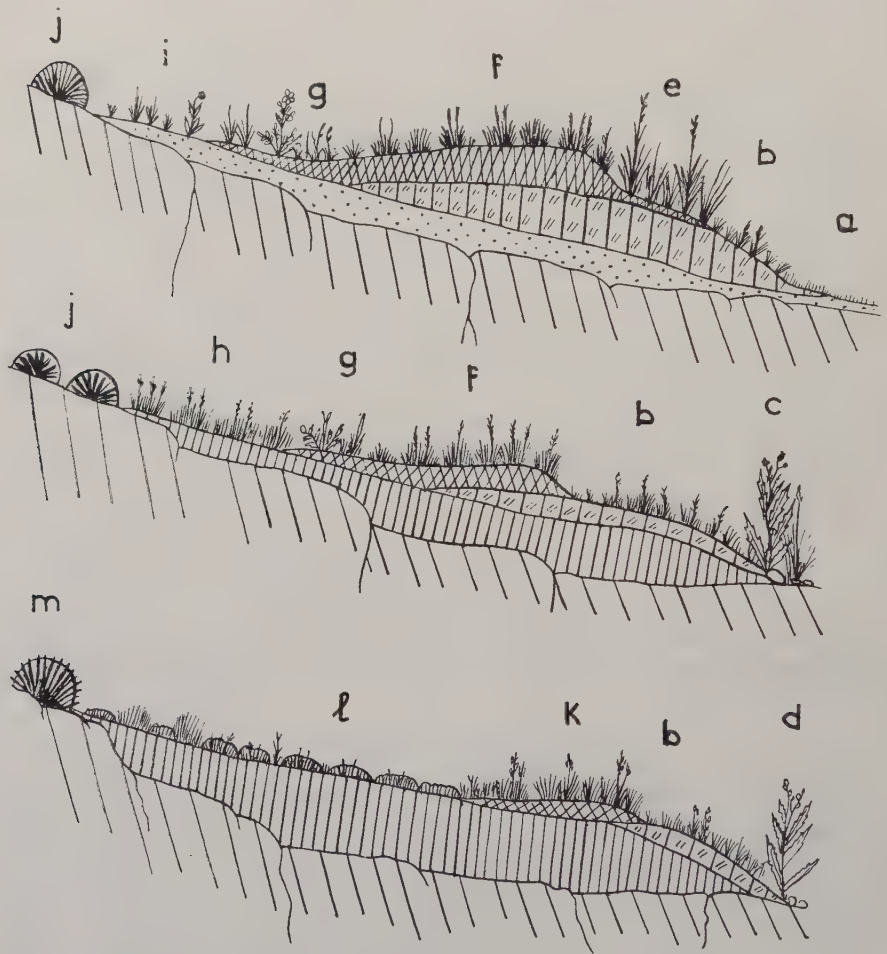



SCHÉMA 7.

*De haut en bas :*

Complexe de groupements dans une pozzine sub-alpine : sur granite, sur grès, sur calcaire. En quadrillés : Humus alpin. En traits verticaux : Tourbe à Cypéracées. En pointillés : Arène granitique. En traits verticaux : Limons grimaldiens. En traits obliques : Roche mère.

a : *Sagineto-Stellarietum*; b : *Poeto-Veronicetum*; c : *Cirsietum Chrysacanthii*; d : *Cirsietum Flavispinae*; e : *Deschampsieto-Trifolietum*; f : *Nardeto-Festucetum*; g : *Potentilleto-Silenetum Typicum*; h : *Potentilleto-Sitenetum Festucetosum*; i : *Elyzaldietum*; j : *Arenarieto-Vicietum*; k : *Festuceto-Gentianetum*; l : *Festuceto-Tarakacetum*; m : *Velletum Mairei*.

100 %, les facteurs météorologiques ne sauraient modifier aussi profondément l'épaisseur de cette couche d'humus alpin.

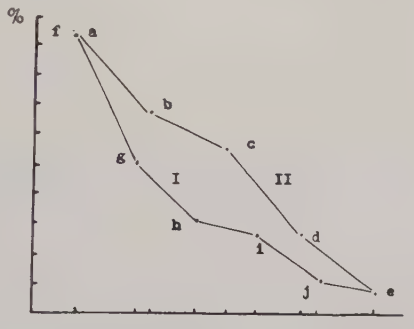
Dans les portions plus internes de la pozzine, on ne trouve pratiquement plus que la zone d'arène granitique et l'horizon de tourbe à cypéracées; au niveau du TRIFOLIETO-DESCHAMPSIETUM, une faible épaisseur d'humus existe encore; dans le POETO-VERONICETUM, l'horizon de tourbe arrive à l'air libre. Dans les portions situées en dehors du NARDETO-FESTUCETUM, au contraire, l'horizon tourbeux disparaît, et une zone d'humus alpin assez peu épaisse repose directement sur le sable dans le POTENTILLETO-SILENETUM. L'arène granitique atteint la surface dans l'ELYZALDIETUM, pour disparaître enfin à son tour, mettant à nu la roche mère dans l'ARENARIETO-VICIETUM.

Si l'on considère sur le schéma ci-dessus, l'aspect des profils pédologiques dans les diverses associations mentionnées, il est possible, dès à présent, de constater les faits suivants :

— une accumulation d'arène granitique dans les cuvettes occupées actuellement par les pozzines, traduisant la désagrégation rapide de la roche sous l'action de l'humidité permanente entretenue dans ces stations;

— l'existence d'un horizon de tourbe à cypéracées en majeure partie fossile, qui ne peut s'expliquer que par un assèchement important et récent des portions suintantes;

— l'accumulation en surface d'humus alpin silicaté, surtout dans la portion médiane de la pozzine; l'allure de cet horizon suggère d'ailleurs son glissement progressif vers les portions centrales, sa disparition périphérique tendant à accroître sans cesse la zone où l'arène arrive en surface. Cette constatation confirme encore l'hypothèse d'un assèchement progressif du milieu.




GRAPHIQUE 17.

Déficit de saturation de l'air à la surface des pozzines sub-alpines du Haut Atlas siliceux (I) et calcaire (II).

a : *Velletum Mairei*; b : *Festuceto-Taraxacetum Festucetosum*; c : *Festuceto-Taraxacetum Typicum*; d : *Festuceto-Gentianetum*; e : *Poeto-Veronicetum*; f : *Arenarieto-Vicietum*; g : *Potentilleto-Silenetum Festucetosum*; h : *Potentilleto-Silenetum Typicum*; i : *Nardeto-Festucetum*; j : *Trifolieto-Deschampsietum*.

En effet, *le deuxième facteur écologique déterminant dans la répartition des associations végétales est la teneur du sol en eau.* Nous n'avons pu la chiffrer, mais nous avons, par contre, pu établir, au moyen d'un psychromètre à turbine, le déficit de saturation de l'air à la surface des divers groupements étudiés.

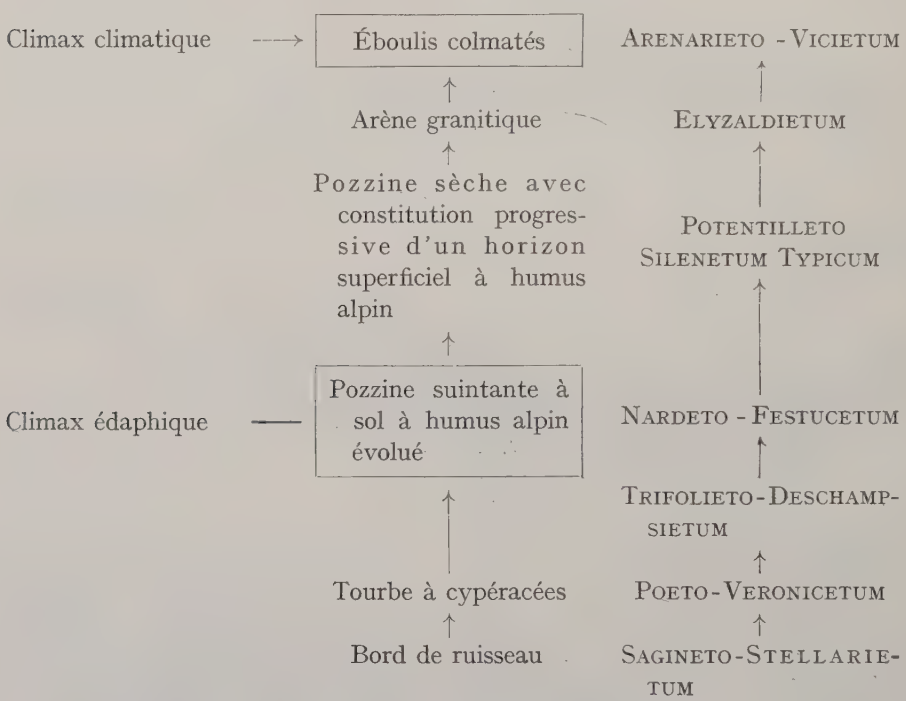
Les valeurs moyennes (sur 10 mesures) sont les suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| POETO-VERONICETUM | 8 % | 10° |
| TRIFOLIETO-DESCHAMPSIETUM | 12 % | 12° |
| NARDETO-FESTUCETUM | 25 % | 25° |
| POTENTILLETO-SILENETUM | 28 % | 37° |
| ELYZALDIETUM | 76 % | 58° |
| ARENARIETO-VICIETUM | 92 % | 51° |

Ces valeurs sont assez évocatrices pour éviter tout commentaire. Il convient encore de remarquer l'augmentation brutale du déficit de saturation de l'air en passant des associations s'intégrant dans la Classe des Udo-Nardetalia à celles qui appartiennent aux Erinacetalia.

Nous avons également étudié les variations accusées par la température à la surface de différentes associations constituant la pozzine. Les résultats obtenus, corollaires directs de la teneur en eau du sol ont été figurés dans la deuxième colonne du tableau ci-dessus.

L'évolution de la végétation dans les pozzines sur substrat sableux dans le Haut Atlas siliceux ou gréseux, peut donc s'établir comme suit :




b) *LES POZZINES SUB-ALPINES SUR SUBSTRAT ARGILO-MARNEUX DANS LE HAUT ATLAS SILICEUX OU GRÉSEUX.*

Elles présentent de nombreux traits communs avec les pozzines sub-alpines sur substrat sableux. Elles se rencontrent sur toute la chaîne siliceuse.

De taille beaucoup plus réduite que les précédentes, elles occupent en général le fond des dépressions humides ou le bord des acifs permanents.

Leur constitution phytosociologique est plus simple, elle comporte du centre vers la périphérie :

— Pour les pozzines de cuvette :

— un Poeto-Veronicetum,

— un Nardeto-Festucetum,

— un Potentilleto-Silenetum,

successivement dans ses sous-associations Typicum et Festucetosum.

— Pour les pozzines de bord d'acif :

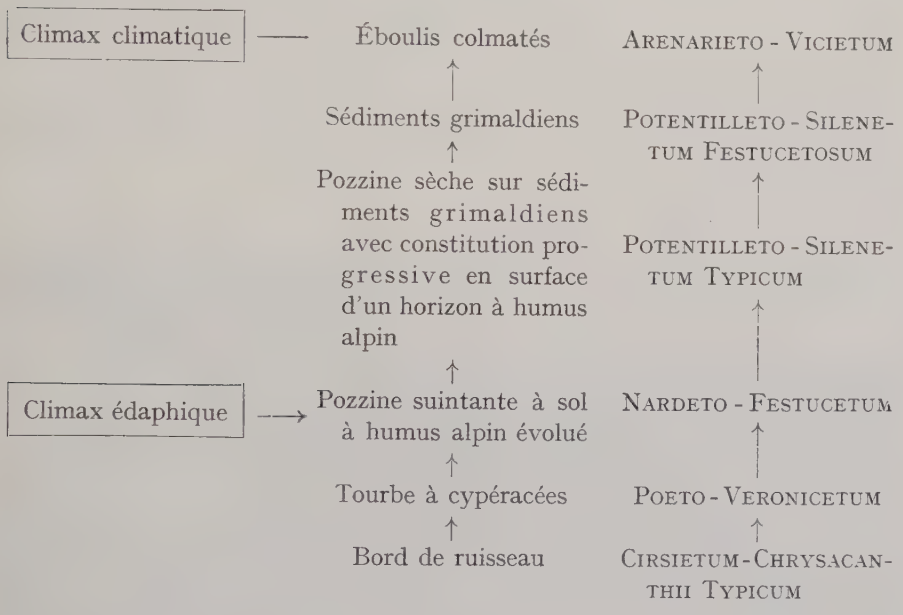
— un Cirsietum Chrysacanthi Typicum,

— un Nardeto-Festucetum,

— un Potentilleto-Silenetum

dans ses deux sous-associations.

Nous avons figuré ci-dessous les principales caractéristiques édapho-phyto-sociologiques d'une pozzine sub-alpine de cuvette sur substrat argileux dans le massif du Tichka :




Nous retrouvons sans grands changements les conclusions annoncées à propos des pozzines sur substrat sableux. Du point de vue pédologique, la diminution considérable de l'horizon tourbeux se solde par la disparition du Trifolieto-Deschampsietum ; la substitution de la couche d'arène granitique par une couche de limons grimaldiens explique la disparition de l'Elizaldietum et son remplacement par la pelouse à *Festuca maroccana*.

Du point de vue micro-climatique, les variations du déficit de saturation de l'air en surface et de la température du sol, présentent les plus grandes analogies avec celles qui ont été données plus haut :

| | | |
|---|---|---|
| Poeto-Veronicetum | 7 % | 10° |
| Nardeto-Festucetum | 28 % | 27° |
| Potentilleto-Silenetum Typicum | 32 % | 39° |
| Potentilleto-Silenetum Festucetosum | 52 % | 52° |
| Arenarieto-Vicietum | 95 % | 54° |

Les pozzines de bord d'acif diffèrent seulement des précédentes par la substitution à la cariçaie de la mégaphorbiaie à *Cirsium chrysacanthum*, indicatrice d'une berge caillouteuse de torrent.

Les pozzines sub-alpines sur substrat argilo-marneux dans le Haut Atlas siliceux paraissent donc répondre à des zones beaucoup plus réduites et proportionnellement moins humides que les pozzines sub-alpines sur sable.

### c) *LES POZZINES SUB-ALPINES SUR LE HAUT ATLAS CALCAIRE.*

Le complexe d'associations caractérisant les pozzines sub-alpines sur le Haut Atlas calcaire (ainsi d'ailleurs que sur le Moyen Atlas oriental) révèle d'étroites affinités avec les ensembles qui viennent d'être envisagés. Toutefois, sur le Haut Atlas calcaire, les pozzines suintantes sont rares; il s'agit le plus souvent de formations fragmentaires étudiées plus loin sous le nom de pozzines sèches; en effet, la teneur en eau du sol, trop faible au cœur de l'été, et son $p$H trop basique ne permettent que rarement l'installation de tourbières à cypéracées, d'ailleurs de taille fort exigüe, et jamais d'un Nardeto-Festucetum floristiquement individualisable.

Toutefois, dans les pozzines suintantes que nous avons pu étudier (flanc S.-W. du Rhat, versant N. du m'Goun et de l'Azourki), la structure du sol et les facteurs micro-climatiques envisagés présentaient des caractères fort constants :

| | | |
|---|---|---|
| Poeto-Veronicetum | 7 % | 14° |
| Festuceto-Gentianetum | 25 % | 19° |
| Festuceto-Taraxacetum Typicum | 55 % | 37° |
| Festuceto-Taraxacetum Festucetosum | 67 % | 46° |
| Velletum Mairei | 93 % | 59° |

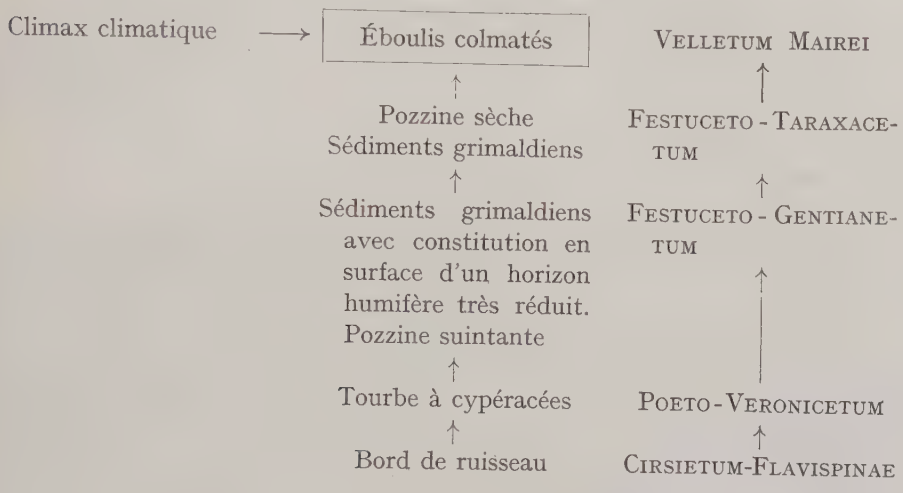
Le sol est représenté sur toute l'étendue de la pozzine par une couche plus ou moins épaisse d'argile de décalcification ou de limons grimaldiens sans horizons individualisables reposant sur la roche mère; légèrement humifère dans sa partie supérieure, il ne s'individualise qu'exceptionnellement de l'humus alpin. La tourbe à cypéracées est rare, elle aussi, et étroitement localisée dans les parties les plus humides — encore fait-elle souvent défaut — surtout lorsqu'il s'agit d'une pozzine de bord d'acif.

Les variations de la courbe du déficit de saturation de l'air en surface traduit, vis-à-vis des pozzines sub-alpines du Haut Atlas siliceux, un assèchement très considérable du micro-climat pour les associations vicariantes (cf. *schéma*).

Sur le Haut Atlas calcaire, les pozzines représentent donc des formations très fragmentaires n'ayant sans doute jamais revêtu, sur cette portion de la chaîne, un développement plus considérable, l'absence d'horizon de tourbe

fossile à cypéracées le prouve. Microclimatiquement très distinctes et beaucoup plus influencées par le climat général de la chaîne que leurs homologues du Haut Atlas siliceux, la pauvreté de leur flore, l'absence quasi complète à leur niveau d'orophytes européens, la tendance à la ségrégation, accusées d'un massif à l'autre par les associations végétales qui les colonisent, sont autant de facteurs plaidant en faveur d'un isolement déjà ancien tant écologique que géographique.

Ici encore, il est possible de schématiser comme suit l'évolution de la végétation à leur niveau :




## d) *LES POZZINES ALPINES SUR LE HAUT ATLAS SILICEUX.*

Beaucoup plus simples du point de vue sociologique, nous l'avons vu, que les pozzines sub-alpines, les pozzines alpines sur le Haut Atlas siliceux sont constituées par une seule association végétale : le Gentianeto-Agrostidetum.

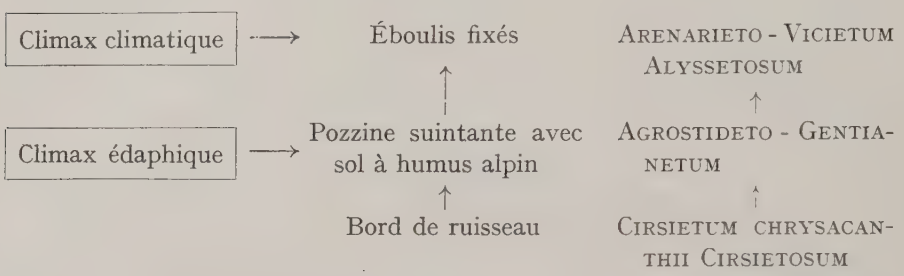
Du point de vue pédologique, elles sont caractérisées par un horizon unique, peu épais, d'humus alpin reposant sur la roche mère. Les facteurs micro-climatiques qui les régissent sont représentés sur le tableau ci-dessous :

| | | |
|---|---|---|
| Potentilletum Tornezyanae. . . . . | 2 % | 9° |
| Agrostideto Gentianetum. . . . . | 14 % | 15° |
| Arenarieto Vicietum Alyssetosum. . . . . | 85 % | 33° |

Le déficit de saturation de l'air à la surface du groupement est très faible (6 à 10 %) et par conséquent relativement moins élevé que dans le Nardeto-Festucetum des pozzines sub-alpines. La température du sol est, toutes conditions météorologiques égales, notablement plus faible que dans cette dernière association. Ces faits sont d'ailleurs plus nets si l'on établit la courbe de perméabilité thermique pour le Nardeto-Festicetum (A), le Gentianeto-Agrostidetum (B); nous y avons adjoint à titre comparatif le Poeto-Anacycletum (C) (cf. graph. 12).

Le micro-climat beaucoup plus rude du GENTIANETO-AGROSTIDETUM rend compte de la localisation à ce niveau d'un important contingent d'orophytes alpiens.

L'évolution de la végétation dans les pozzines alpines du massif du Toubkal peut être schématisée comme suit :




## e) *LES POZZINES DE HAUTE ALTITUDE SUR LE HAUT ATLAS SILICEUX.*

Ici encore, elles sont exclusivement formées par une association : le POETO-ANACYCLETUM.

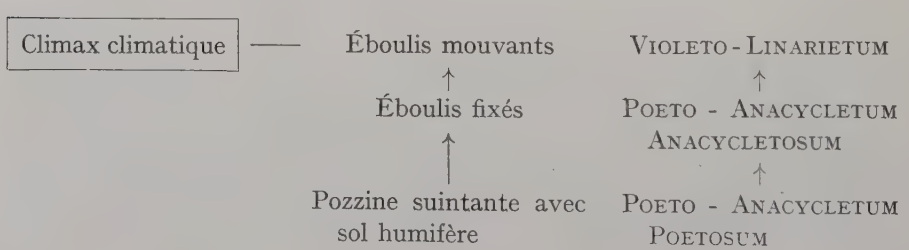
Au bord des sources et des névés, dans les endroits très mouillés, prospère la sous-association à *Poa alpina* qui s'accroche dans quelques centimètres d'humus alpib; à sa périphérie se rencontre la sous-association à *Anacyclus atlanticus* var. *typicus* qui s'installe dans les éboulis fins et humides.

Les principaux caractères micro-climatologiques de ces pozzines sont donnés ci-dessous :

| | | |
|---|---|---|
| POETO-ANACYCLETUM POETOSUM | 5 % | 7° |
| POETO-ANACYCLETUM ANACYCLETOSUM | 13 % | 11° |
| VIOLETUM DYRIS | 73 % | 21° |

Nous avons, en analysant le POETO-ANACYCLETUM, essayé de rendre compte de l'appauvrissement floristique considérable de ces formations, et en particulier de la disparition, inexplicable à première vue, des orophytes alpiens à leur niveau.

Le tableau ci-dessous fixe l'évolution de la végétation dans les pozzines de haute altitude sur le Haut Atlas siliceux :

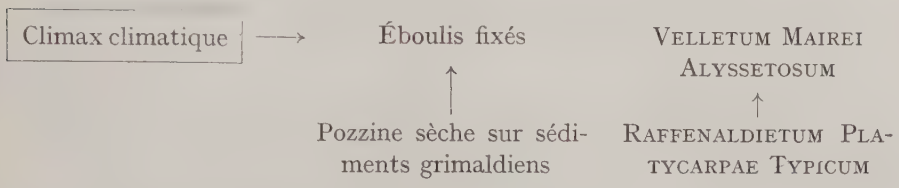


### f) *LES POZZINES ALPINES ET DE HAUTE ALTITUDE SUR LE HAUT ATLAS CALCAIRE.*

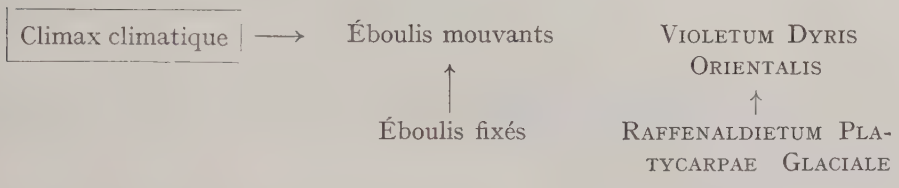
C'est seulement par analogie avec les pozzines alpines et de haute altitude sur le Haut Atlas siliceux, que ces formations méritent l'épithète de pozzines.

Nous nous bornerons à retracer l'évolution du tapis végétal à leurs niveaux respectifs.

I. — Pozzines alpines :




II. — Pozzines culminales :



# CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA VÉGÉTATION DES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

Il est possible de dire que trois traits principaux caractérisent la végétation des hautes montagnes nord-africaines. Ce sont :

— la dominance absolue du type chaméphyte et tout spécialement des chame-xérophytes épineux en coussinets;

— l'absence presque complète de Phanérophytes;

— la très faible représentation des Thérophytes dans le tapis végétal.

Ce sont ces trois aspects particuliers de la flore orophile nord-africaine qu'il convient d'envisager :

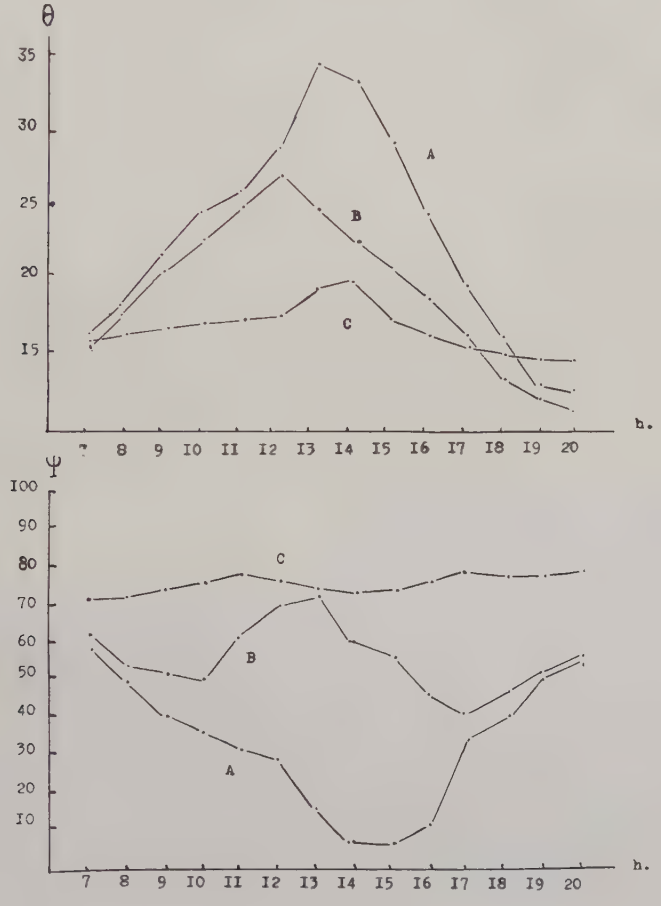
## I. — LE PROBLÈME DES CHAME-XÉROPHYTES ÉPINEUX EN COUSSINETS

A partir de 2 500 m, la quasi totalité des hautes montagnes nord-africaines est occupée par un paysage végétal des plus caractéristiques :

En effet, l'aspect si particulier de ces garrigues de haute montagne, décrit pour la première fois par Humbert, dans son étude sur la végétation du Grand Atlas marocin oriental, se retrouve presque sans changement depuis les hauts sommets de l'Atlas de Marrakech jusqu'aux Sierras Valenciennes. Représentant à eux seuls la presque totalité de la végétation, « ces buissons bas, extrêmement rameux, prostrés, appliqués sur le sol à la façon de coussinets hémisphériques..., leurs ramuscules ultimes innombrables, intriqués, terminés en épines vulnérantes suppléant les feuilles, réduites ou presque nulles » impriment au paysage un aspect éminemment caractéristique, saisissant et singulier.

Constitués surtout, sur les Atlas, par *Erinacea, Cytisus Balansae, Bupleurum spinosum, Alyssum spinosum, Arenaria pungens, Astragalus Ibrahimianus, Cytisus pulvinatus, Pseudocytisus Mairei,* il n'est pas douteux que leur ethologie leur soit imposée par le climat local. Il n'en est besoin que d'une preuve : les modifications importantes dans leur morphologie, la perte du port prostré et rampant, la diminution de la spinescences, l'étiolement qu'ils présentent

lorsqu'ils se développent, comme c'est en particulier le cas pour *Erinacea* et *Cytisus* sous le couvert de la forêt de Cèdres. Il est difficile de déterminer à priori quel est, parmi les facteurs écologiques, le responsable de leur adaptation morphologique. Le rôle des facteurs mécaniques, vent et neige hivernale, est certainement important; il ne nous paraît pas cependant déterminant, l'hiver est en effet, « une saison perdue » pour la végétation à de pareilles altitudes. Si le poids de la neige peut plaquer ces buissons sur le sol, il ne saurait être




Graphique 18.

justiciable de leur aspect hémisphérique. L'influence des troupeaux n'est pas négligeable, et à la fin de l'été, nous avons vu bien souvent chèvres et moutons brouter « du bout des dents » les pousses relativement moins coriaces qui dépassaient tant soit peu la surface épineuse de ces coussinets.

Ce sont toutefois les facteurs climatiques et plus spécialement micro-climatiques qui sont susceptibles de fournir, non seulement de précieux renseignements sur la morphogénèse de ces coussinets, mais également sur les conditions générales de la répartition de la végétation dans ces stations. Les facteurs qui créent la singularité du milieu écologique « haute montagne méditerranéenne »

sont en effet, avant tout, ceux qui agissent sur la végétation pendant sa période d'activité et donc, à ces altitudes, entre le mois de mai et de septembre, c'est-à-dire la sécheresse estivale ou plus exactement l'absence de pluviosité importante durant cette saison, jointe à la luminosité intense et aux facteurs thermiques rigoureux qui y règnent.

Nous avons essayé au cours des étés 1952-53 d'analyser les facteurs principaux (humidité relative et température) qui caractérisent, par rapport au climat général de cet étage de végétation, le micro-climat intérieur et superficiel des coussinets de xérophytes épineux. Nos résultats sont donnés dans les graphiques ci-dessus établis avec la moyenne de 15 mesures (juillet-août : 3 000-3 100 m) (1) (graphique 18).

Du point de vue thermique tout d'abord, les maxima thermiques, oscillant aux environs de 30-35° au niveau du sol entre les coussinets (A), s'élèvent tout au plus à 23° au niveau du sol à leur intérieur (C) et à 26-28° à leur surface (B). Elles sont atteintes aux environs de 14 heures au niveau du sol, et de 12 heures à la surface des coussinets; la température y décroît après cette heure en raison des phénomènes de transpiration.

Pour l'humidité relative de l'air à ces mêmes points, les résultats sont peut-être plus évocateurs encore : au niveau du sol entre les coussinets, l'humidité relative oscille aux environs de 50 %, sauf entre 11 et 17 heures où elle descend en général, à moins de 30'%; à l'intérieur des coussinets, elle varie très peu au cours de la journée et se maintient à un taux singulièrement élevé : 70 à 80 % à leur surface; enfin, elle présente son maximum vers 15 heures (75 %) et, en raison des phénomènes de transpiration, y est plus élevée vers le milieu de la journée que le matin, le soir ou la nuit.

Il ressort de ces constatations, que le micro-climat de ces coussinets est extrêmement différent du climat général de l'étage. Des contrastes aussi saisissants expliquent la localisation des hémicryptophytes qui n'adoptent pas, eux non plus, le port cespiteux, à l'intérieur des coussinets; tel est le cas tout particulièrement de *Campanula Mairei* fo. *ramosa* et de diverses espèces accusant plus ou moins nettement des affinités européennes; *Arenaria grandiflora, Alsine verna* var. *Kabylica, Cerastium arvense* var. *strictum, Myosotis alpestris* var. *albomarginata, Poa alpina.* Toutes ces espèces, plus largement répandues sur le Haut Atlas dans d'autres types de groupements, sont en effet strictement localisées au niveau des coussinets dans les garrigues à xérophytes épineux.

Ces constatations peuvent également rendre compte de l'adaptation morphologique si particulière des chaméphytes à cet étage altitudinal. Les différences existant entre les valeurs de l'humidité relative de l'air en surface des coussinets et à l'air libre sont considérables. Elles atteignent 45 % (75 % contre 35 %) vers le milieu de la journée à quelques centimètres de distance. De telles variations, si elles ne sauraient entraver un accroissement marginal de l'ensemble du coussinet, paraissent incompatibles avec un accroissement axial isolé. Un autre facteur dont l'importance est encore à souligner est la fréquence des jours de chergui où les valeurs de l'humidité relative descendent aux environs de 0 % à la surface des éboulis que colonisent les garrigues à xérophytes

(1) Les résultats obtenus varient à peine d'une espèce de xérophyte épineux à l'autre.

épineux en coussinets. Comme nous avons pu le constater plusieurs fois, un abaissement aussi intense de l'humidité atmosphérique détermine la dessication des jeunes pousses de xérophytes qui dépassent la surface du coussinet ou qui l'affleurent, alors qu'il n'affecte pas celles qui sont situées en profondeur.

L'adaptation ethologique analogue que présentent là de nombreux hémicryptophytes : *Festuca* vivace divers, *Scorzonera pygmaea*, *Catananche coespitosa*, *Ononis* div. *Centaurea takedensis*, relève très probablement du même processus, l'absence presque complète dans ces stations d'hémicryptophytes dressés (mis à part quelques carduacées) le prouve clairement.

Il convient encore de signaler que les hémicryptophytes se rencontrant là, en dehors des coussinets, remontent presque toutes à l'étage culminal; les exemples les plus frappants sont constitués par *Vicia glauca* et plusieurs espèces de linaires; il s'agit donc là, en réalité, de types plus xérophiles et plus thermophiles qu'un examen superficiel ne permettrait de le croire.

Il faudrait bien toutefois se garder de croire que cet aspect du paysage végétal est spécial aux hautes montagnes de l'Afrique du Nord. En effet, ce type de végétation se retrouve à peu près sans changement, du moins du point de vue physionomique, sur toutes les montagnes méditerranéennes de l'Europe orientale et du proche Orient, où il ne fait, en réalité, que traduire une uniformité considérable des facteurs climatologiques, et avant tout, l'existence concommitante d'une période de sécheresse estivale et d'écarts quotidiens de températures très considérables, la moyenne des minima étant toujours inférieure à 10° même au cœur de l'été.

D'autre part, comme il a été signalé à propos de la représentation graphique (cf. p. 27) du climat des hautes montagnes nord-africaines, il convient de se souvenir que l'aire de projection de la steppe en est très proche. La différence physionomique existant entre la garrigue à xérophytes épineux en coussinets et la steppe est d'ailleurs bien souvent fort réduite, surtout lorsqu'il s'agit de steppe buissonnante comme c'est le plus souvent le cas en Afrique du Nord pré-saharienne. Toutefois, si les convergences physionomiques sont considérables, un simple examen de la flore renseigne à coup sûr. En effet, alors que la garrigue à xérophytes en coussinets est à peu près exclusivement constituée de types s'inscrivant dans des taxa méditerranéens, la steppe, au contraire, ne contient que des types irano-touraniens ou saharo-sindiens. Il ne saurait donc s'agir en réalité que de convergences physionomiques traduisant d'indiscutables holomogies climatiques. Cependant, le climat de la steppe est caractérisé par une pluviosité sensiblement plus faible et toujours inférieure à 200 mm.

## II. — L'ABSENCE DE PHANÉROPHYTES

L'absence presque absolue de Phanérophytes est également un caractère physionomique remarquable des hautes montagnes nord-africaines. En effet, la seule espèce arborescente caractéristique de cette zone de végétation est *Juniperus thurifera*. Certes, à l'heure actuelle, quelques arbres ou quelques restes de forêt se rencontrent encore çà et là à l'étage altimontain, mais il ne

saurait s'agir là que de vestiges sans grande importance dont la valeur géobotanique mérite cependant d'être discutée.

Le cas du Genévrier thurifère est absolument unique sur les Atlas. Cet arbre qui peut devenir magnifique, mais s'accroît malheureusement avec une lenteur extrême, a certainement constitué, sur tout le Haut Atlas, des peuplements très importants dont on peut encore se faire une idée grâce par exemple aux boisements du Tizi m'Zic, dans le massif du Toubkal. Son amplitude altitudinale est très large; il peut apparaître déjà à 1 700 m et atteint encore dans certains cas, quoique à l'état d'individus isolés, une altitude supérieure à 3 100 m. Son optimum écologique se situe aujourd'hui aux environs de 2 500 m, c'est-à-dire qu'il appartient indiscutablement à l'étage de végétation oro-méditerranéenne sur les montagnes nord-africaines.

Le Genévrier thurifère n'a certainement jamais constitué sur les Atlas des forêts, au sens où ce terme a coutume d'être utilisé, mais plus exactement des peuplements assez clairsemés, comme il en existe encore quelques-uns. Cet arbre possède la même valeur géobotanique que les xérophytes en coussinets qui l'accompagnent toujours en Afrique du Nord; il participe à ce type de paysage végétal sans le déterminer par sa présence. Nous ne voulons à ce sujet que les preuves suivantes :

— Si des forêts avaient existé autrefois, il s'en rencontrerait certainement des traces en quelques coins privilégiés de l'Atlas où l'action de l'homme n'a pas revêtu une intensité appréciable; dans les quelques beaux peuplements qui persistent à l'heure actuelle, on retrouverait d'ailleurs, au moins par endroit, les troncs ou les souches des arbres qui auraient assuré la continuité de la couverture végétale.

— Le Genévrier thurifère ne possède aucun cortège floristique particulier; ou bien il participe à la forêt de Cèdres, ou bien, nous l'avons dit, il se superpose à la garrigue altimontaine de xérophytes en coussinets.

— Le Genévrier thurifère végète parfaitement, aussi bien sur substrat calcaire que siliceux dans toute la zone constituée, du point de vue géomorphologique, par les éboulis préglaciaires actuels, et ceci à l'inverse du Cèdre qui s'y maintient à grand-peine mais de toute façon ne s'y régénère pas.

Cet arbre est donc encore aujourd'hui parfaitement à sa place sur les Atlas dans toute la zone des xérophytes en coussinets; il y croît, y fructifie et s'y régénère encore. Le déséquilibre qui s'est créé et a entraîné la disparition de la majeure partie de ses peuplements est indiscutablement sous la dépendance de l'homme et plus spécialement des pasteurs qui ont détruit sans discernement toute végétation arborescente sur les sommets des montagnes marocaines; encore, d'une année à l'autre la dégradation de ces misérables peuplements est-elle bien souvent perceptible.

Quoiqu'il en soit et même si le Genévrier thurifère constitue sur les Atlas une essence précieuse, dont les vestiges doivent être protégés, il est difficile de retenir cette espèce pour de futurs essais de reforestation.

En effet, par sa durée de croissance extrêmement lente, cet arbre ne saurait convenir au Maroc où des résultats relativement rapides et spectaculaires

seront nécessaires pour gagner la confiance de la population indigène à ces pratiques qui sont en contradiction absolue avec leurs habitudes ancestrales. Pour le Berbère des Atlas, l'arbre est loin d'être une nécessité, il constitue même, en général, un élément inutile, puisqu'il ne possède pas de valeur pastorale et que, au contraire, bien souvent par sa présence, il nuit au développement des pâturages à graminées, si précieux en été sur les sommets des Atlas qui voient affluer dès la fin de mai, non seulement les troupeaux des tribus montagnardes, mais également tous ceux des plaines environnantes. La double transhumance étant la règle chez les tribus de montagne, qui en contre-partie tolèrent chez elles pendant l'été les troupeaux de ceux qui les ont hébergés durant l'hiver.

En somme, la valeur forestière de cette essence est fort réduite, même son rôle dans la stabilisation du sol est des plus précaire, car, nous l'avons dit, elle s'accommode parfaitement des éboulis périglaciaires actuels. Toutes ces raisons permettent d'écarter le Genévrier thurifère, dans la mesure où d'autres essences forestières s'avéreront susceptibles de prospérer sur les montagnes nord-africaines, de tout essai de reforestation rentable dans un avenir relativement proche.

Le cas des autres phanérophytes qui se rencontrent çà et là sur les sommets des Atlas est sensiblement différent. Tel est le cas, en particulier pour le Cèdre encore relativement fréquent; des arbres tels que *Lonicera arborea, Acer monspessulanum. Quercus ilex, Sorbus aria* méritent tout au plus d'être signalés.

Le Cèdre se rencontre au Maroc sur le Moyen Atlas et sur le Haut Atlas oriental; en Algérie, par contre, il pénètre partout à l'étage culminal du Djurdjura et de l'Aurès. Toutefois, cet arbre qui dans certaines conditions climatologiques et édaphiques arrive à constituer de splendides forêts, ne se présente à l'étage altimontain, qui seul nous occupe ici, qu'à l'état d'individus isolés ou de peuplements toujours lâches et en voie de disparition rapide. Nulle part au-dessus de 2 400 m le Cèdre n'est à sa place dans les circonstances actuelles; il ne saurait ni prospérer ni se reproduire à l'étage des xérophytes épineux, tant en raison de la rigueur des facteurs climatiques que de l'absence de sol et plus spécialement d'alluvions grimaldiennes que réclament, pour se maintenir, toutes les Cédraies encore en bon état. Partout, à l'étage oro-méditerranéen en Afrique du Nord, le Cèdre ou plus exactement la Cédraie est un phénomène fossile dont la disparition n'est plus que question de temps. En a-t-il été toujours ainsi ? C'est peu probable, l'assèchement et le réchauffement progressifs du climat actuel ont certainement largement contribué, peut-être avec l'aide de l'homme, à abaisser la limite supérieure de la Cédraie, à en faire disparaître le sol et, partant, à en empêcher la restauration. Mais, il est peu probable que la forêt de Cèdres ait dépassé au Maroc l'altitude de 2 400 m et en Algérie celle de 2 100 m.

De toute façon, le Cèdre n'est pas ou n'est plus en Afrique du Nord, une essence de haute altitude, et beaucoup de peuplements résiduels doivent être considérés sur le plan forestier comme perdus. L'effort des forestiers doit, à notre avis, surtout porter à l'heure actuelle sur la sauvegarde et la mise en valeur des Cédraies encore en bon état et dont la survie traduit à l'heure actuelle un équilibre précaire entre la végétation et les facteurs édapho-climatiques. Nous avons eu d'ailleurs l'occasion de voir plus haut, que sur le Haut

Atlas en particulier, tout un aspect de la végétation oro-méditerranéenne (Ormenion Scarriosae) est consécutif à la disparition de la forêt, entre les altitudes de 1 900 et 2 400 m.

## III. — LES THEROPHYTES SUR LES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

Un autre caractère important de la flore des hautes montagnes nord-africaines est sans conteste la très faible répartition des thérophytes dans le tapis végétal.

En effet, si l'on établit le spectre éthologique pour l'ensemble de sa flore, on obtient les résultats suivants :

| | |
|---|---|
| *Phanérophytes* | 1 |
| *Chaméphytes* | 29 |
| *Hemicryptophytes* | 56 |
| *Géophytes* | 8 |
| *Thérophytes* | 6 |

Ces chiffres n'ont d'ailleurs qu'une valeur très relative; le pourcentage des thérophytes en particulier, quoique très faible, est cependant considérablement augmenté par la présence de certains types de végétation (végétation nitrophile en part.) ne présentant, sur le Haut Atlas, aucune espèce de spécialisation et uniquement constituée d'espèces ubiquistes.

Par contre, si l'on envisage (cf. Quézel, 1952) la flore xérophile des garrigues montagnardes ou des pelouses écorchées culminales, on obtient des chiffres évocateurs de cette particularité de la flore atlasique.

En voici quelques exemples :

| | Ch. % | H. % | T. % |
|---|---|---|---|
| Garrigues à xérophytes épineux sur calcaire (association à *Vella Mairei*) 2 800 m. | 36 | 60 | 2 |
| Pelouse culminale sur calcaire (association à *Viola Dyris*) (3 600 m) | 22 | 78 | 0 |
| Parois rocheuses à *Saxifraga Gaussenii* (J. Rhat) (2 900 m) | 60 | 40 | 0 |

Bien que le pourcentage des Thérophytes ne soit jamais très élevé en montagne (Raunkiaer, 1934, donne les chiffres suivants pour la vallée d'Aoste par exemple : 2 500-2 800 : 4,5 %; 2 800-3 200 : 3 %; 3 200-3 800 : 2 %; 3 800-4 200 : 0 %) il convient cependant de remarquer qu'avec le décalage de latitude, les chiffres obtenus sur le Haut Atlas sont des plus remarquables. Emberger avait déjà signalé cette particularité.

Il convient, en effet, de remarquer que les chiffres obtenus sont d'autant plus dignes d'intérêt que, la totalité de la flore à partir de laquelle ils ont été établis appartient à des taxa méditerranéens et que pour tous les auteurs, l'un des caractères essentiels de la flore méditerranéenne est précisément la richesse en thérophytes.

Les faits signalés plus haut sont d'ailleurs encore plus singuliers, si l'on considère que sur les montagnes nord-africaines, ce sont précisément les zones dont la flore n'appartient pas à des taxa méditerranéens qui présentent le pourcentage le plus élevé de thérophytes.

En voici deux exemples :

| | Ch. | H. | G. | T. |
|---|---|---|---|---|
| Reposoirs de troupeaux, group. à *Malva subacaulis* (2 800 m) . . . . . | 0 | 25 | 0 | 75 |
| Pozzine suintante du Toubkal, association à *Agrostis rupestris* et *Gentiana Penetii* (3 400 m) . . . . . | 2 | 82 | 3 | 13 |

A notre avis, ces particularités sont avant tout sous la dépendance des facteurs climatiques généraux. Le climat estival des hautes montagnes nord-africaines, plus encore que celui des Pyrénées ou des Alpes, ne paraît pas compatible avec l'épanouissement d'une riche flore de Thérophytes comme c'est le cas en particulier pour les hautes montagnes californiennes. C'est, en effet, sur les Atlas, uniquement les biotopes échappant complètement à l'influence des facteurs climatiques généraux qui possèdent un pourcentage élevé de thérophytes (pozzines suintantes, groupements nitrophiles). S'il est relativement aisé de poser le problème, rechercher la raison de cet état de fait est beaucoup plus délicat.

Les thérophytes sont des végétaux adaptés à des climats relativement chauds, leur période de végétation est très brève, aussi sont-ils en général abondants dans les régions à été sec où ils se développent après les pluies de printemps. Tout semblerait concorder pour assurer leur développement sur les hautes montagnes nord-africaines : pluie de printemps, fonte des neiges, chaleurs estivales; et cependant, ils y font à peu près totalement défaut.

A notre avis, la raison en est dans les contrastes thermiques brutaux caractérisant toute la zone asylvatique des hautes montagnes nord-africaines. En effet, dès la fonte des neiges, le mois qui saurait être mis à profit pour assurer le développement de thérophytes présente déjà des températures au sol extrêmement élevées rendant impossible le développement des thérophytes. Une illustration de cette hypothèse est fournie par la végétation des arènes granitiques du J. Tichka (3 000 m) (cf. *sufra* association à *Elyzaldia violalea*) où le taux des thérophytes atteint encore 23 % alors qu'il tombe à 1 % dans la garrigue à *Arenaria pungens* toute proche.

Sur sable (juin) au moment de la pleine floraison des thérophytes. la température en surface s'élève vers 12 heures à plus de 55°; mais, en raison des propriétés isolantes de ce substrat, elle n'est plus qu'à 18° à 10 cm de profondeur.

Sur substrat caillouteux, au contraire, à la même heure, elle atteint 45° en surface, 37° à 10 cm et encore 25° à 25 cm de profondeur. Ces différences, les seules observées dans le micro-climat de ces deux biotopes pourtant souvent juxtaposés, peuvent rendre compte de la différence du spectre éthologique de leur peuplement végétal. En effet, aucun des thérophytes présents sur les sables granitiques du J. Tichka, ne peut être considéré comme psammophile strict; à plus basse altitude, ils se rencontrent tous en des stations très variées.

Ainsi, l'absence de thérophytes sur la majeure partie des hautes montagnes nord-africaines est conditionnée, semble-t-il, par les contrastes thermiques brutaux qui apparaissent déjà dès la fonte des neiges; c'est, somme toute, l'absence de « printemps » qui semble déterminer l'infime représentation des annuelles dans les stations soumises à l'influence des facteurs climatiques généraux. Il serait, de ce point de vue, fort instructif de comparer le climat des sommets de la Sierra Nevada de Californie caractérisée (cf. WENT, 1954) par une riche flore de thérophytes, plus de 60 espèces endémiques, à celui du Haut Atlas où ce type de forme biologique est pratiquement absent.

Toutefois, une remarque est encore à faire : WENT *(loc. cit.)* signale les affinités taxinomiques que présentent les espèces annuelles endémiques de la Sierra Nevada de Californie avec la flore des déserts américains; d'après cet auteur, plus de 60 % de ces orothérophytes appartiennent à des genres surtout représentés dans les déserts de l'Amérique occidentale. Or, comme nous l'avons dit et comme nous aurons l'occasion de le répéter, la flore des sommets de l'Atlas ne présente pratiquement aucune affinité systématique avec la flore désertique africaine, où les thérophytes sont abondants.

Avant de terminer l'étude de la végétation des hautes montagnes nord-africaines, il convient encore d'envisager quelques problèmes plus généraux. Ce sont en particulier :

— la question des étages de végétation;

— la notion de groupement climax sur les montagnes nord-africaines;

— la valeur biogéographique des principaux types de végétation orophile nord-africaine.

## I. — LA QUESTION DES ÉTAGES ALTITUDINAUX DE VÉGÉTATION

Le problème des étages altitudinaux de végétation a été abordé par tous les biogéographes et les géobotanistes qui ont séjourné et publié sur la montagne marocaine et tout spécialement sur le Haut Atlas; toutefois les solutions proposées sont loin d'être concordantes. Ici encore une bien trop large part a été donnée à la physionomique générale de l'édifice floristique de ces régions, et ce qui est plus grave, à la physionomique interprétée à la lumière des documents réunis depuis déjà quelques siècles à propos de la végétation de systèmes orographiques européens. Or, si l'interprétation des ensembles végétaux caractéristiques de la haute montagne marocaine à la lumière de connaissances péniblement acquises en Europe est tentante et rendue, semble-t-il, possible depuis que des « formations » analogues (Nardaies en particulier) y ont été découvertes, toute généralisation serait toutefois prématurée et illusoire; l'individualité écologique et floristique si tranchée de ces régions y conditionne, en effet, l'apparition d'un type de végétation très spécial occupant à lui seul la quasi-totalité des surfaces utilisables et dont la mise en parallèle avec des ensembles végétaux orophiles européens ne saurait être poussée très loin.

Maire le premier, à propos de son exploration de la vallée de l'Ourika (1924) a proposé une interprétation des étages de végétation sur le Haut Atlas. La limite supérieure des forêts de Chênes verts aux environs de 2 000 m, marquerait le début d'un étage subalpin.

*a*) L'étage subalpin ou de *Juniperus Thurifera* (1 800-2 300 à 3 000-3 100 m) se subdivise en deux sous-étages ou horizons :

— un horizon inférieur (1 900-2 300 à 2 500 m) : forêt claire de *Juniperus* avec *Ormenis scariosa* et *Stipa nitens ;*

— un horizon supérieur (2 400-3 100 m) : forêt claire de *Juniperus thurifera* avec sous-bois de xérophytes épineux.

*b*) L'étage alpin s'étend à partir de 3 000-3 100 m.

Dans son travail sur l'Ayachi (1924), HUMBERT adopte une position très analogue. Pour cet auteur, succédant à un étage montagnard (forêt claire de *Quercus ilex* avec sous-bois de *Stipa tenacissima*, l'étage subalpin débute aux environs de 2 000-2 100 m.

Il possède un horizon inférieur (forêts de Chênes verts ou de Cèdres avec sous-bois de xérophytes épineux) et un horizon supérieur (forêt claire de Genévriers thurifères avec sous-bois de xérophytes épineux : 2 400-3 000 m).

Au-dessus débute l'étage alpin.

BRAUN-BLANQUET (1928) modifie sensiblement cette façon de voir dans son article relatif à la végétation du J. Guedrouz. Pour cet auteur, en effet, l'étage subalpin débute aux environs de 1 400 m avec la forêt de Chênes vert ou exceptionnellement de Chênes-lièges, succédant à l'étage montagnard à Pins d'Alep et Tuyas de Berbérie. L'étage alpin débute vers 2 500 m avec la zone asylvatique.

Ces diverses positions en dépit de quelques divergences, tendent à interpréter les étages de végétation sur les hautes montagnes nord-africaines de la même façon que sur les montagnes européennes et plus généralement circumboréales. Or, il ne saurait s'agir là de faits justifiés ni par des affinités écologiques, ni par une analogie floristique; comme il a été dit ci-dessus, le haut degré d'individualité de la flore orophile nord-africaine est stigmatisé, en effet, par un important pourcentage d'espèces endémiques appartenant à peu près toutes à des lignées méditerranéennes; l'édifice sociologique de ces sommets, en dehors de quelques micro-groupements résiduels, appartient à l'heure actuelle à des ensembles circum-méditerranéens; le climat général de ces sommets, enfin, par sa période de sécheresse estivale, doit être rapporté au climat méditerranéen.

De simples convergences physionomiques ne justifient à notre avis, en aucune façon, cette distinction.

En effet, pour ne prendre que quelques exemples, d'après BRAUN-BLANQUET, les forêts de Chênes verts caractériseraient, sur le Haut Atlas, un étage subalpin ; alors que dans la France méridionale, elles n'atteignent pas l'étage montagnard. Les garrigues à xérophytes épineux sub-alpines ou alpines sur le Haut Atlas d'après MAIRE, HUMBERT ou BRAUN-BLANQUET, voient, nous l'avons vu, leurs limites altitudinales s'abaisser à travers l'Espagne pour se localiser à moins de 1 200 m dans le midi de la France. Une telle classification, tendant à prouver l'existence sur les montagnes nord-africaines d'une succession d'étages altitudinaux analogues à celle que l'on a coutume de rencontrer en Europe, basée uniquement sur critères physionomiques, ne traduisant ni des réalités écolo-

giques, ni des affinités floristiques nettes, doit être définitivement abandonnée. En effet, elle ne saurait être, à l'heure actuelle, que la somme de multiples confusions et de rapprochements injustifiés.

La solution proposée et retenue par EMBERGER a le mérite d'éviter la plupart de ces écueils. La distinction d'un étage climatique de montagne méditerranéen, caractérisé par le type de flore très particulier faisant précisément l'objet du présent travail, supprimant les termes ambigus, en Afrique du Nord, d'étages subalpin et alpin, doit être considérée comme très heureuse; on peut toutefois chercher à préciser plus étroitement sur le plan écologique la notion d'étage de haute montagne méditerranéen ou altimontain méditerranéen. Nous avons retenu pour le définir les deux critères suivants : existence d'une période sèche estivale, moyenne thermique du mois le plus froid inférieure à — 4° (cf. *supra*, p. 4).

EMBERGER, au cours de ses divers travaux relatifs à la montagne marocaine, a été amené à distinguer, à l'intérieur d'un étage climatique de végétation, plusieurs sous-étages et horizons : un sous-étage inférieur, ou des xérophytes épineux, 2 000-2 500 m avec deux horizons : un horizon inférieur ou horizon à *Juniperus thurifera* (2 000-3 000 m) et un horizon supérieur (3 000-3 500 m) uniquement à xérophytes épineux en coussinets.

Un sous-étage supérieur ou culminal à végétation très éparse, à peu près exclusivement constituée d'hemicryptophytes.

Cette classification, déjà très satisfaisante puisqu'elle tient compte de la singularité écologique et floristique de la haute montagne marocaine, a, d'autre part, comme à la suite d'EMBERGER nous avons pu nous en rendre compte, le mérite d'être parfaitement applicable à l'ensemble de la végétation altimontaine des sommets, climatiquement et floristiquement méditerranéens, ceinturant tout le bassin occidental de la grande mer.

La notion d'étage de haute montagne méditerranéen a été reprise par MAIRE dans son travail sur la végétation des montagnes des Glaoua (1934) dans une compréhension un peu différente. Pour cet auteur, en effet, l'étage à *Juniperus thurifera* ou semi aride froid correspond à un étage sub-alpin (2 000-2 800 m). L'étage alpin ou de haute montagne s'étend au-dessus. Il ne saurait s'agir là que d'un compromis entre les idées émises quatorze ans plus tôt et les conceptions d'EMBERGER.

Comme nous l'avons vu (cf. p. 27), le cadre de la présente étude se superpose au sous-étage bioclimatique méditerranéen semi aride froid *(pro parte)* et à l'étage de haute montagne tels qu'ils ont été définis par EMBERGER.

*L'étage méditerranéen de haute montagne* que l'on pourrait encore appeler étage méditerranéen semi-aride très froid existe partout au Maroc à partir d'environ 2 700 m, c'est-à-dire à des altitudes où la température extrême rend impossible le développement d'une strate arborescente. Cet étage se subdivise lui-même en deux horizons : un horizon inférieur ou horizon de xérophytes épineux en coussinets, se superposant sensiblement à l'aire occupée par les groupements appartenant à l'Alliance ARENARION-PUNGENTIS (2 800-3 500 m); un horizon supérieur ou horizon des hémicryptophytes répondant en gros aux associations s'inscrivant dans l'Alliance PLATYCAPNION SAXICOLAE (3 500-4 165 m).

*L'étage méditerranéen semi aride froid* est occupé par une végétation oro-méditerranéenne dans toutes les stations où la forêt climacique a disparu. L'Alliance Ormenion Scariosae correspond à ce type de végétation où le Genévrier thurifère présente son développement optimal. L'amplitude altitudinale de ce sous-étage semi-aride froid est très variable. Sans les régions à pluviosité très faible comme c'est le cas sur la rive droite de la Moulouya les chaînes internes et le flanc saharien du Haut Atlas, il peut descendre à moins de 2 000 m, alors que dans les portions mieux arrosées il ne débute guère que vers 2 500 m (Bou Iblane).

En fait, le Genévrier thurifère a été détruit presque totalement de sorte que les limites entre ces deux étages ne sont pas toujours très nettes. Elles sont d'autant plus facilement confondues que la Thuriféraie est naturellement un complexe de groupements très divers dans lesquels les représentants de l'étage de haute montagne, surtout à la faveur de la dégradation progressive du sol et de la strate arborescente, peuvent trouver et ont trouvé une place; aussi n'est-il pas étonnant que l'Alliance « Arenarion Pungentis » empiète largement sur « l'étage des Thurifères ».

Le tableau ci-dessous permet de rendre compte de ces faits :

| UNITÉS BIO-CLIMATIQUES | | | UNITÉS PHYTO-SOCIOLOGIQUES | ALTITUDES MOYENNES |
|---|---|---|---|---|
| Étage semi aride froid (p. p.) (Portion déboisées ou peuplement clair de genevrier thurifère) | | | ORMENION SCARIOSAE | 2 200-2 700 m |
| Étage de haute montagne ou semi aride très froid | Sous étage inférieur ou des xérophytes en coussinets | horizon inférieur | ARENARION PUNGENTIS (p. p.) | 2 700-3 200 m |
| | | horizon supérieur | ARENARION PUNGENTIS (p. p). | 3 200-3 500 m |
| | Sous étage supérieur ou des plantes herbacées | | PLATYCAPNION SAXICOLAE | 3 500-4 165 m |

Tableau 33.

La distinction de quatre horizons altitudinaux distincts de végétation est parfaitement justifiée sur le plan phytosociologique. Chacun de ces horizons est caractérisé par toute une série d'associations spéciales qu'il s'agisse de groupements rupicoles, d'éboulis, de garrigues ou de pelouses; l'évolution du tapis végétal se fait dans chacun selon des processus spéciaux intéressants à envisager, car il est de la sorte possible de brosser un tableau général de la phytodynamique atlasique :

*a*) Dans l'horizon inférieur (étage semi aride froid), il est possible de distinguer 13 associations au total.

Si le schéma général sur substrat siliceux et calcaire est sensiblement analogue, quelques différences sont toutefois à signaler :

— l'existence de multiples couples systématiques respectivement calcifuges et calcicoles d'association homologue;

— la plus grande complexité de l'édifice sociologique sur l'Atlas calcaire où le groupement climax peut être, soit le Genisteto Bupleuretum Typicum faciès à *Juniperus thurifera*, soit résiduellement le Buxeto Juniperetum, soit la Cédraie au gré des facteurs climatiques locaux ou des contingences biogéographiques;

— l'individualisation sur le Haut Atlas calcaire occidental de types spéciaux de groupements végétaux.

Cependant les analogies sont bien plus importantes.

Le schéma général de la dynamique est, dans ses grandes lignes, identique sur toute la chaîne; pour les associations climax, les homologies peuvent se poursuivre jusque dans l'individualisation de sous-associations et même de facies très étroitement superposables.

Les associations édaphiques et plus spécialement les groupements hygrophiles sont mal représentés et ici encore identiques ou vicariants.

Les associations climax (climax climatiques) occupent à elles seules la quasi totalité de la surface du sol sur substrat siliceux aussi bien que calcaire. Nous avons d'ailleurs estimé ci-dessous le recouvrement moyen des divers groupements étudiés (1) :

| | Atlas siliceux | Atlas calcaire |
|---|---|---|
| | — | — |
| Adenocarpeto-Genistetum | 95 % | |
| Genisteto-Bupleuretum | . | 75 % |
| Buxeto-Juniperetum | . | 5 % |
| Agropyreto-Scrophularietum | . | 15 % |
| Cirsietum-chrysacanthii | 3 % | . |
| Poeto-Veronicetum | . | 0,8 % |
| Sagineto-Stellarietum | 0,2 % | 0,2 % |
| Ass. rupicoles diverses | 2 % | 4 % |

*b*) A l'horizon inférieur du sous-étage des xérophytes épineux, il est possible de déterminer 22 associations distinctes, soit 9 de plus que dans le précédent horizon; sur ces 22,15 sont localisées dans le Haut Atlas siliceux.

En effet, dans cet horizon, un des caractères essentiels de la végétation est la présence de formations hygrophiles ou prairiales relativement importantes en particulier dans le Haut Atlas occidental ou central. Toutefois, si les associations édaphiques sont nombreuses entre 2 500 et 3 100 m, ici encore le rôle essentiel dans l'individualisation du paysage végétal est joué par les associations de garrigues altimontaines, qui accusent d'ailleurs une singulière monotonie. Le recouvrement moyen des diverses associations caractéristiques de cet étage est donné dans le tableau ci-dessous :

(1) Versant N de la chaîne. Les chiffres fournis ne sont évidemment que très approximatifs et seulement destinés à donner une idée du recouvrement moyen des principales associations végétales

| | Atlas siliceux | Atlas calcaire |
|---|---|---|
| Arenarieto-Vicietum typicum | 90 % | . |
| Velletum Mairei typicum | . | 88 % |
| Elyzaldietum | 1 % | . |
| Agropyreto-Scrophularietum | . | 2 % |
| Cirsieto-Silenetum | . | 3 % |
| Nardeto-Festucetum | 1 % | . |
| Festuceto-Gentianetum | . | # 0 % |
| Trifolieto-Deschampsietum | 1 % | # 0 % |
| Potentilleto-Silenetum | 3 % | . |
| Festuceto-Taraxacetum | . | 3 % |
| Cirsietum chrysacantii | 2 % | . |
| Cirsietum flavispinae | . | 1 % |
| Poeto-Veronicetum | 0,5 % | # 0 % |
| Sagineto-Stellarietum | 0,5 % | # 0 % |
| Ass. rupicoles diverses | 1 % | 3 % |

A cet horizon, c'est donc sur le Haut Atlas siliceux que la végétation offre son plus haut degré de complexité, le VELLETUM-MAIREI représente à lui seul, sur le Haut et le Moyen Atlas calcaire la végétation de garrigues à xérophytes épineux en coussinets; par contre, les groupements rupicoles accusent à cet horizon sur substrat calcaire une variété et une richesse nulle part égales en Afrique du Nord. D'ailleurs, nulle part mieux qu'à cet horizon ne s'individualisent les dissemblances profondes entre les groupements végétaux édaphiques et climatiques. Les premiers, qui échappent totalement aux influences climatiques générales, offrent ici leur optimum de développement en raison de la fréquence relative des points d'eau permanents, les seconds, au contraire, accusent une nette tendance à l'uniformisation qui ira d'ailleurs en s'accroissant encore avec l'altitude, conséquence de l'uniformisation des facteurs climatiques sur ces sommets et, en premier chef, du rôle prépondérant joué par la sécheresse estivale et les variations nycthémérales de la température.

*c*) A l'horizon supérieur du sous-étage des xérophytes épineux en effet, on assiste à une diminution considérable du nombre des associations édaphiques, et à une simplification floristique plus grande encore des groupements climatiques. Il est possible d'individualiser uniquement 11 associations, 6 sur substrat siliceux et 5 sur substrat calcaire; leur recouvrement moyen est donné dans le tableau ci-dessous :

| | Atlas siliceux | Atlas calcaire |
|---|---|---|
| Arenarieto Vicietum Alyssetosum | 92 % | . |
| Velletum Mairei Alyssetosum | . | 86 % |
| Teucrieto-Avenetum | . | 8 % |
| Cirsieto-Silenetum | # 0 % | 3 % |
| Gentianeto-Agrostidetum | 1 % | . |
| Raffenaldietum-Platycarpae typicum | . | 1 % |
| Cirsietum Chrysatantii Cirsietosum | 3 % | . |
| Cirsietum flavispinae Aconitetosum | . | # 0 % |
| Potentilleto-Roripetum | 1 % | . |
| Ass. rupicoles diverses | 3 % | 2 % |

*d*) Le sous-étage culminal enfin ne présente plus qu'un nombre réduit d'associations (7) et encore plusieurs présentent entre elles d'étroites affinités : *Drabetum oreadae typicum* et *Drabetum oreadae ayachicum, Linarieto-Violetum, Violetum dyris orientalis* et *Violetum dyris anremericum ;* et ceci au mépris de la nature physico-chimique du substrat ; les groupements édaphiques sont à peine présents, la totalité de la végétation est représentée par des groupements d'éboulis ou de roches.

| | Atlas siliceux | Atlas calcaire |
|---|---|---|
| | — | — |
| Linarieto-Violetum | 92 % | . |
| Violetum dyris anremericum | . | # 0 % |
| Violetum dyris orientalis | . | 94 % |
| Poeto-Anacycletum | 2 % | 3 % |
| Raffenaldietum platycarpae glaciale | . | 2 % |
| Drabetum oreadae typicum | 6 % | . |
| Drabetum oreadae ayachicum | . | 1 % |

*
* *

L'analyse de la végétation des montagnes de l'Afrique du Nord permet également de justifier et d'apporter de précieux compléments au schéma proposé plus haut (cf., p. 54) concernant les subdivisions de ce domaine floristique.

Comme l'on pouvait s'y attendre, aucun groupement végétal n'est commun aux sous-domaines marocain et numidien des hautes montagnes méditerranéennes occidentales.

Dans le sous-domaine marocain, trois groupements seulement se rencontrent sur toute l'étendue du secteur mégalatlasique :

— le Sagineto-Stellarietum ;
— le Poeto-Veronicetum ;
— le Malvetum-Subacaulis.

Cette constatation est intéressante, car il s'agit là en effet, parmi tous les groupements que nous avons étudiés, de ceux qui échappent le plus complètement aux influences climatiques générales de la chaîne. Ces trois associations édaphiques liées à un très petit nombre de facteurs écologiques se rencontrent sur les Atlas partout où se trouve réalisé le micro-climat très spécial qu'elles réclament.

Le sous-secteur occidental, possède en propre 5 associations :

— l'Adenocarpeto-Genistetum ;
— l'Arenarieto-Vicietum ;
— le Nardeto-Festucetum ;
— le Potentilleto-Silenetum ;
— le Cirsietum-Chrysacanthi.

C'est-à-dire deux groupements de garrigues altimontaines représentant le climax climatique de la végétation sur la portion siliceuse de la chaîne, deux groupements de pozzines et un de mégaphorbiaies.

Le sous-secteur oriental possède, lui, 7 groupements spéciaux dont 4 représentent très exactement les vicariantes physionomistique, écologique et floristique des associations précédentes :

— le Genisteto-Bupleuretum ;
— le Velletum-Mairei ;
— le Festuceto-Taraxacetum ;
— le Cirsietum-Flavispinae ;

Le Nardeto-Festucetum, nous l'avons dit, ne possède pas de vicariante sur le Haut Atlas calcaire. Par contre, cette portion de la chaîne possède en particulier : le Cirsieto-Silenetum, le Raffenaldietum-Platycarpae et le Teucrieto-Avenetum.

A l'intérieur du sous-secteur occidental, il est possible de retrouver par l'analyse de la végétation, les deux districts précédemment individualisés :

— Le district du Haut Atlas des Seksaouas est caractérisé par : l'Ononideto-Santolinetum et le Campanuletum-Embergeri ;

— Le district du Haut Atlas de Marrakech s'individualise avec :

— le Trifolieto-Deschampsietum ;
— le Silenetum-Dyris ;
— le Potentilleto-Rorippetum.

Les trois sous-districts définis plus haut se justifient sur le plan sociologique.

Le sous-district occidental possède en effet : l'Elyzaldieto-Spergularietum.

Le sous-district central : le Drabetum Oreadae Typicum, le Violeto-Linarietum, le Gentianeto-Agrostidetum et le Poeto-Anacycletum.

Le sous-district oriental enfin : le Saxifragetum-Maireanae.

De même, le sous-secteur oriental permet, sur un plan purement phytosociologique, d'individualiser quatre districts correspondant exactement à ceux définis plus haut.

— Le district de l'Atlas de Demnat possède, en particulier, de nombreux groupements végétaux ; mais ce sont surtout des associations rupicoles traduisant le rôle de station-refuge joué par les parois rocheuses de ce district. Il s'agit des :

— Saxifragetum Gausseni Rhaticum ;
— Sarcocapnetum Baeticae,
— Arenarietum Mairei,
— Gnaphalietum Genevoisii,
— Anthyllidetum Warnieri.

Il en est de même pour des groupements et éboulis mouvants :

— Agropyreto-Scrofularietum sous-association Typicum,

— Violetum Dyris Orientalis sous-association à *Veronica Chartoni* et de pozzines : Festuceto-Gentianetum.

— Le sous-district de l'Atlas de l'Ahansal, beaucoup plus pauvre en groupements endémiques possède toutefois le Saxifragetum Gausseni Ahansalicum et le Buxeto-Juniperetum.

— Le district du Haut Atlas oriental est également individualisé surtout par des groupements rupicoles :

— Saxifragetum Gausseni Orientale,

— Drabetum Oreadae Ayachicum,

— Arenarietum Dyris.

Il en est de même pour le groupement d'éboulis culminaux Viletum Dyris Orientalis sous-association à *Asperula Litardieri.*

— Le district du Moyen Atlas oriental enfin, très spécial avec des groupements de garrigues montagnardes :

— Salvieto-Avenetum,

— Marrubieto-Avenetum,

— Teucrieto-Andryaletum

et des associations rupicoles :

— Saxifragetum Gausseni Mesatlanticum,

— Erigeroneto-Valerianetum.

Il est également instructif de chercher à préciser la distribution dans les secteurs biogéographiques précédemment établis, la répartition des divers types de groupements végétaux étudiés plus haut.

Comme nous l'avons dit déjà, seules 2 associations hygrophiles, et partant très peu influencées par le climat général de la chaîne, se rencontrent dans les 6 districts mégalatlasiques. Il en est de même et pour la même raison, pour le groupement végétal nitrophile.

Les autres associations hygrophiles (associations de pozzines ou de mégaphorbiaies) se rencontrent également en général dans plusieurs districts à la fois. Six sont particulières à l'ensemble des districts du Haut Atlas calcaire et 8 aux deux districts du Haut Atlas siliceux; les associations hygrophiles cantonnées dans un seul secteur sont hébergées dans des stations à microclimat très particulier et font figure de relictes (Pelouses des dolines du Rhat, pozzines alpines et nivales du massif du Toubkal).

Aucune association de garrigue altimontaine ne se rencontre sur la totalité de la chaîne, mais elles possèdent, par contre, une aire de répartition assez vaste sur l'Atlas siliceux aussi bien que calcaire :

— 4 se rencontrent sur la totalité de l'Atlas calcaire;

— 4 cantonnées sur la portion calcaire de la chaîne font toujours défaut sur le Haut Atlas mésatlasique;

— 6 sont spéciales au Haut Atlas siliceux.

Les seuls groupements de garrigues altimontaines localisés sur un seul secteur, sont situés sur les portions excentriques de la chaîne (Aveneto-Marrubietum, Ononideto-Santolinetum, Aveneto-Salvietum) ou exigent pour se développer des conditions micro-climatiques très spéciales (Buxeto-Juniperetum), leur distribution actuelle répond donc essentiellement à des facteurs géographiques ou micro-climatiques.

En conséquence, comme nous l'avons déjà dit, les garrigues à xérophytes épineux en coussinets constituent bien des groupements à aire de distribution très vaste, essentiellement liés à des facteurs climatiques généraux, où les endémiques atlasiques sont largement développés, mais qui ne présentent par contre, en raison de l'uniformité de l'ambiance écologique qui les sollicite, et de la continuité quasi-absolue des zones qu'elles colonisent, qu'une tendance très faible à individualiser ou à héberger des espèces spéciales à aire de distribution exigüe.

Au contraire, les associations d'éboulis mouvants, sont en général localisées dans un seul district, c'est ici surtout le rôle de la ségrégation par disjonction d'aire qui a multiplié les groupements endémiques étroitement localisés. (Le cas des associations à *Viola dyris* est, à ce point de vue, hautement évocateur.) Toutefois, il s'agit ici encore, en général seulement, d'un sommet à un autre, de sous-associations distinctes.

Pour les associations rupicoles par contre, les 13 groupements étudiés sont tous localisés à un seul secteur biogéographique et il s'agit alors d'associations végétales parfaitement individualisables par leur cortège floristique.

## II. — NOTION DE GROUPEMENT CLIMAX ET VALEUR BIOGEOGRAPHIQUE DES PRINCIPAUX TYPES DE VÉGÉTATION ATLASIQUES

Nous avons déjà eu l'occasion, dans un précédent travail, d'analyser les variations des spectres éthologique et géographique de divers groupements caractéristiques du Haut Atlas calcaire. L'étude de l'ensemble de la végétation atlasique fournit des résultats identiques et nous ne saurions y revenir ici sans tomber dans d'inutiles redites. Il suffit de les signaler :

— appauvrissement, concomittant à l'élévation altitudinale, de la végétation;

— augmentation progressive du pourcentage de recouvrement et de l'importance de l'élément endémique;

— remplacement en général brusque des chaméphytes par des espèces herbacées dans le paysage végétal aux environs de 3 500 m;

— existence d'une région correspondant à la zone de pluviosité maxima (2 200-3 000 m) où peuvent exister relativement bien développés des espèces et des groupements végétaux d'affinité nettement orophiles européens;

— appartenance quasi-complète de la végétation au domaine méditerranéen.

Toutefois divers aspects de la question ne pouvaient être abordés avec fruit qu'après une étude d'ensemble de la végétation orophile des montagnes nord-africaines et de sa comparaison avec l'édifice floristique des hauts sommets de la Cordillère bétique. C'était tout d'abord la question des étages altitudinaux de végétation déjà envisagée, mais aussi les déroutants problèmes sur les Atlas, du ou des climax végétaux, ainsi que la mise en parallèle du complexe phytosociologique des hautes montagnes méditerranéennes et des sommets européens; ce sont eux qu'il convient maintenant d'envisager.

La notion de groupement végétal climax doit être abordée, sur les montagnes d'Afrique du Nord, sous un angle assez spécial.

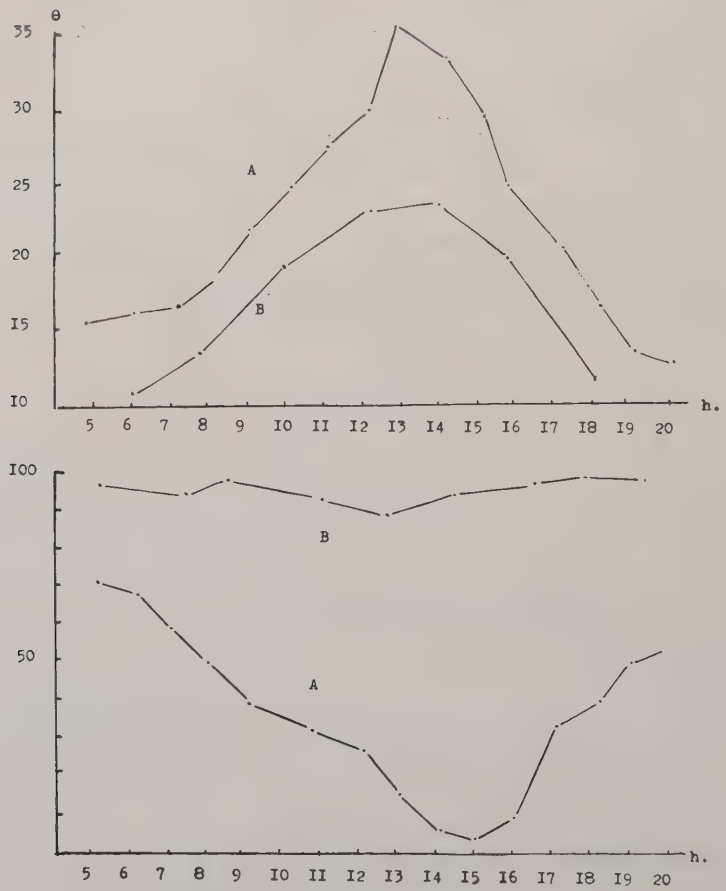
En effet, l'existence sur ces sommets de deux types absolument différents de végétation n'accusant, sous l'influence des facteurs écologiques actuels, aucune tendance à l'évolution convergente rend nécessaire, comme nous l'avons fait au cours de ce travail, de distinguer deux types différents de climax végétaux : l'un à peu près exclusivement lié aux contingences climatiques (climax climatique); l'autre, au contraire, dépendant étroitement de quelques facteurs édaphiques très spéciaux (climax édaphique). Cette distinction est d'ailleurs certainement un des caractères essentiels de la végétation altimontaine méditerranéenne; nous avons été obligés de la retenir pour expliquer la syngénétique des associations culminales névadéennes, et il n'est pas douteux qu'il faudra adopter cette solution en Corse, les travaux de DE LITARDIÈRE le font d'ailleurs pressentir. Par contre, sur les Pyrénées orientales ou les Alpes maritimes comme le fait déjà remarquer GUINOCHET en 1938, et à plus forte raison, sur la chaîne centrale des Alpes, il ne saurait y avoir qu'un seul groupement climacique, expression, selon le mot de BRAUN-BLANQUET, « d'un équilibre durable entre le climat d'une contrée, son sol et sa végétation ».

Aucun groupement ne saurait, à l'heure actuelle, répondre intégralement sur les Atlas à cette définition. Les garrigues à xérophytes épineux représentent bien un équilibre durable entre le climat du Haut Atlas par exemple et sa végétation, mais non plus avec son sol à peu près toujours absent, nous l'avons vu; les pelouses à Nard au contraire y résultent indiscutablement d'un équilibre durable entre la végétation et un type de sol mais précisément dans des conditions micro-climatiques très spéciales.

C'est précisément cette impossibilité actuelle de concilier les deux aspects de la question qui crée la singularité du sujet étudié ici.

D'ailleurs, comme déjà encore GUINOCHET l'avait fait remarquer pour les groupements végétaux à l'étage alpin de la Haute Tinée, si sur les Alpes centrales à climat perhumide « sol et végétation évoluent de pair soit à partir des terrains cristallins légèrement acides, soit à partir des roches calcaires

fortement basiques — qui les uns et les autres supportent des associations fort distinctes au début — pour aboutir finalement à peu près à un même ensemble : sol + végétation en équilibre avec les conditions climatiques », en haute Tinée le groupement climax est représenté sur substrat cristallin par deux sous-




Graphique 19.

Variations journalières de la température (en haut) et de l'humidité relative de l'air (en bas) à 5 cm du sol, dans l'*Arenarieto-Vicietum* (A), climax climatique, et dans le *Nardeto-Festucetum* (B), climax édaphique, le 23 juin 1952, sur le Plateau du Tichka (3 000 m).

associations distinctes. Cette différence entre les Alpes humides et les Alpes sèches méridionales est l'expression d'une prépondérance déjà perceptible du facteur climat sur le facteur sol.

Ce déséquilibre se retrouve avec plus d'acuité encore sur les sommets méditerranéens du Sud de l'Espagne ou de l'Afrique du Nord, où la prédominance de tels ou tels facteurs détermine des types très différents d'association. Dans le cas des groupements climatiques, l'influence des facteurs météorologiques est si intense qu'elle entraîne la disparition totale du sol, la végétation s'accroche à la roche mère ou aux éboulis qui en dérivent individualisant alors

des groupements distincts suivant la valeur physico-chimique du substratum. Mais ici encore, l'influence des facteurs climatiques peut devenir tellement prépondérante, et nous voulons penser avant tout sur ces montagnes méditerranéennes à la période de sécheresse estivale, que la constitution de la roche peut devenir à son tour accessoire; le même groupement ou des variations du même groupement se rencontrent alors aussi bien sur le substrat cristallin que sédimentaire.

Ces constatations sont particulièrement évidentes dans le tableau ci-dessous :

— Sierra Nevada (2 000 m, pluviosité annuelle moyenne : 800 mm) :
association climax :
sur calcaire . . . . . Festuceto-Astragaletum
sur schistes. . . . . Genisteto-Juniperetum

coefficient de communauté entre la composition floristique de ces deux associations (sans tenir compte des variétés vicariantes) : 50 %.

— Haut Atlas (3 000 m, pluviosité annuelle moyenne : 600 mm) :
association climax :
sur calcaire . . . . . Velletum Mairei
sur roche éruptive . . . . . Arenarieto-Vicietum

coefficient de communauté : 70 %.

— Haut Atlas (3 100 m, pluviosité annuelle moyenne : 500 mm).
association climax :
sur calcaire . . . . . Violetum Dyris Orientalis
sur silice . . . . . Violeto Linarietum

coefficient de communauté : 82 %.

La distinction de deux types de climax végétal sur les sommets nord-africains si elle montre à la fois la singularité de l'édifice floristique de ces sommets et la souplesse d'esprit qu'il faut apporter dans la compréhension essentiellement dogmatique du climax, a également l'intérêt de suggérer d'instructifs rapprochements entre la végétation des montagnes nord-africaines et européennes.

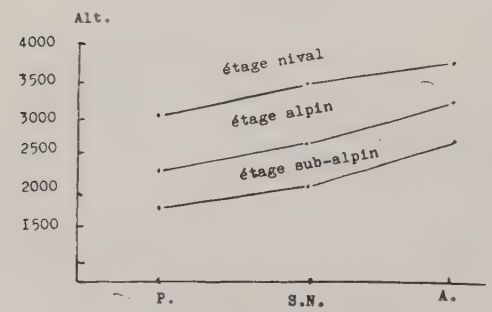
En effet, si le climax climatique et les associations qui y aboutissent traduisent des conditions écologiques et une flore typiquement méditerranéenne, le climax édaphique et les groupements qui s'y rattachent se rapportent, au contraire, par leur flore, à un type de végétation d'affinité européenne bien que très entaché d'individualité, et leur micro-climat, d'une façon indiscutable présente les plus étroites affinités avec les groupements homologues alpins ou pyrénéens.

De la comparaison des groupements atlasiques édaphiques avec leurs vicariants névadéens et surtout pyrénéens ou alpins, il est possible de retracer les équivalences altitudinales existant entre ces massifs.

L'exemple des Nardaies est de ce point de vue très significatif. Le Nardeto Festucetum Yvesianae atlasique correspond très précisément au Nardeto

Festucetum Ibericae névadéen et à tous les *Nardeta* subalpins des montagnes d'Europe (Nardeto-Poetum Violaceae pyrénéen en part.). Le Gentianeto-Agrostidetum du Toubkal vicariant du Vaccinieto Ranunculetum fréquent sur le coral de Veletta trouve ses affinités les plus grandes dans le Trifolieto-Phleetum Gerardi pyrénéen ou l'Alopecureto-Ranunculetum Pyrenei austro-alpien.

Si l'on se souvient que l'écart de latitude existant entre le Haut Atlas occidental et la Nevada d'une part, et la Nevada et les Pyrénées d'autre part, est sensiblement identique, et égal à 5°30, il n'est pas sans intérêt de grouper ces résultats sur un graphique. Comme il s'agit là essentiellement de groupements édaphiques à peine influencés en Afrique du Nord par les facteurs climatiques, on s'aperçoit très clairement que le premier groupe d'association par son amplitude et ses exigences altitudinales permet de définir sur l'Atlas ou la Sierra Nevada les limites d'un « étage subalpin » au sens floristique, très fragmenté sans doute, individualisé çà et là seulement par diverses associations de pozzines. De la même façon, le deuxième groupe d'association permet d'établir les limites d'un « étage alpin ».



Graphique 20.

De la sorte, sur le Haut Atlas, par exemple, si l'on voulait délimiter un étage subalpin et un étage alpin en se basant sur les mêmes critères floristiques qu'à propos des montagnes européennes, il faudrait retenir les limites suivantes :

| | |
|---|---|
| Étage subalpin . . . . . | 2 600-3 100 m |
| Étage alpin. . . . . | 3 100-3 600 m |
| Étage nival. . . . . | au-dessus de 3 600 m |

Toutefois, et il convient d'insister encore sur ce point, cette remarque ne saurait, en aucun cas, être généralisée, les groupements végétaux édaphiques intéressés permettant de retracer ces étages n'occupent jamais plus de 3 à 5 % de la surface totale du sol. Il s'agit là d'enclaves résiduelles floristiques, actuellement en régression, noyées dans une flore et un climat indiscutablement méditerranéens, dont la vie est possible grâce aux singularités micro-climatiques de leur station.

***

A la lumière de ces constatations, la mise en parallèle de l'édifice sociologique atlasique avec celui des Pyrénées où les influences méditerranéennes sont déjà très atténuées est hautement instructif, d'autant que la Sierra Nevada fournit un jalon intermédiaire des plus précieux (tableau 34).

Tous ces sommets possèdent en commun certains types de végétation. Ce sont :

— des groupements rupicoles;
— des groupements fontinaux;
— des groupements de bas marais à laiche;
— des groupements nitrophiles;
— des groupements de mégaphorbiées;
— des groupements de pelouses microthermes acidophiles.

Il s'agit là, remarquons-le, d'associations édaphiques sur les sommets de l'Atlas ou de la Nevada, où elles n'occupent qu'une très faible superficie.

Représentant, comme nous l'avons dit, des ensembles orophiles d'affinités européennes sur les sommets de l'Afrique du Nord, elles s'inscrivent toutes dans les mêmes unités supérieures de 3e degré (Classe) que les groupements pyrénéens ou alpiens vicariants.

Toutefois, la différenciation sociologique entre les groupements homologues atlasiques et pyrénéens s'affirment à mesure que les influences microclimatiques prennent une place notable dans le déterminisme des associations.

Ainsi, les groupements fontinaux étroitement liés aux eaux courantes et glacées sont identiques sur les Pyrénées et la Sierra Nevada; sur l'Atlas, par contre, s'individualise une association très peu différente il est vrai, mais cependant floristiquement distincte. Il en est de même pour les associations nitrophiles dont nous avons signalé plus haut la haute singularité écologique.

Les associations de tourbières à Cypéracées, déjà moins étroitement liées à un nombre très restreint de facteurs écologiques, sont sociologiquement plus différenciées sur les montagnes méditerranéennes où elles individualisent une Alliance spéciale (Caricion Intricatae) caractérisée en général par des races ou des types géographiques spéciaux de plantes également présentes dans des stations analogues sur les montagnes européennes.

Les pelouses acidophiles microthermes bien qu'appartenant encore à la classe des Caricetea Curvulae se groupent sur les montagnes méditerranéennes en un ordre spécial (Udo-Nardetalia) lui aussi défini floristiquement par des formes géographiques segrégées et disjointes d'orophytes européens. Mais le haut degré d'individualité de ces formations est stigmatisé par l'existence de deux alliances spéciales et étroitement vicariantes : Sur l'Atlas (Trifolion Humilis) et sur la Sierra Nevada (Plantaginion Thalackeri) en général individualisables, sur le plan floristique, de par la présence de types endémiques à vicariances multiples, dont plusieurs se retrouvent même sur les Pyrénées, accusant une origine très ancienne.

Il en est sensiblement de même pour les mégaphorbiées névadéennes et atlasiques qu'il paraît loisible de rattacher à la classe des Betuleto-Adenostyletea dans le sein d'un ordre spécial endémique, l'Ordre des Cirsietalia Flavispinae.

Le cas des associations rupicoles est sans doute à peine différent, nous ne connaissons cependant pas suffisamment leur écologie et leurs exigences microclimatiques pour l'affirmer.

De toute façon, ici, un des faits essentiels est le peu d'individualité existant sur les Atlas entre les groupements de chaméphytes respectivement calcicoles et calcifuges. En effet, sur les montagnes européennes, deux ordres distincts

ont dû être créés pour ces deux types d'association. Cette classification est encore possible sur les sommets du Sud espagnol, mais non sur les Atlas. En effet, si sur les culmen schisteux de la Nevada l'Alliance Androsacion Vandelii est nettement individualisable alors que les portions calcaires sont colonisées par l'Alliance endémique Saxifragion Campoi, sur les Atlas par contre, les différences floristiques permettent tout au plus de décrire deux sous-alliances spéciales.

***

Divers autres types de groupement, s'ils ne sont pas communs à l'ensemble des massifs montagneux étudiés plus haut, se retrouvent là toutefois sous des aspects différents mais entre lesquels il est possible de retrouver soit une vicariance écologique ou physionomique indiscutable, soit même, à un degré plus discret, de véritables vicariances floristiques. Tel est en particulier le cas pour :

— les groupements de pierriers et d'éboulis mouvants;

— les groupements de pelouses et de garrigues montagnardes.

Sur les sommets de l'Atlas, les groupements de pierriers tous méditerranéens, individualisent l'Alliance Platycapnion Saxicolae endémique, qui trouve sur la Sierra Nevada son homologue dans une autre alliance spéciale au Sud espagnol, l'Holcion Coespitosi. Toutefois, si les associations qui se rattachent à cette dernière sont, elles encore, floristiquement oro-méditerranéennes, leur individualité s'est déjà considérablement accrue sans doute en raison de la moindre rigueur des facteurs climatiques estivaux; il est en effet possible de les inclure dans un ordre spécial endémique lui aussi du Sud espagnol, celui des Galietalia Roselli. D'autre part, alors que sur les Atlas, les éboulis siliceux et calcaires offrent des groupements végétaux presque analogues, leur diversité est au contraire considérable sur la Cordillère Bétique, où, si les associations calcicoles présentent encore d'importantes affinités floristiques avec leurs vicariantes atlasiques, les groupements calcifuges, au contraire hautement différenciés, suggèrent, par la présence de quelques orophiles européens *(Ranunculus glacialis, R. parnassifolius, Papaver suaveolens, Saxifraga oppositifolia*, etc.) rares et localisés, il est vrai, un rapprochement avec les associations alpiennes ou pyrénéennes d'éboulis mouvants s'intégrant dans la classe de Thlaspeetea. Il est donc ici possible de considérer la végétation des éboulis culminaux atlasiques, bien qu'étroitement endémique et spécifiquement méditerranéenne, comme vicariante de l'ensemble de l'édifice floristique végétant sur les éboulis mouvants de tous les sommets du pourtour méditerranéen occidental.

Le problème posé par les garrigues altimontaines atlasiques est très sensiblement différent. En effet, nous l'avons vu, en Europe, les associations floristiquement et écologiquement homologues prospèrent à des altitudes d'autant moins élevées que l'on progresse vers le Nord, et sur les Pyrénées orientales en particulier, elles ne se rencontrent guère qu'à l'étage montagnard. Toute-

fois, ici encore, par l'intermédiaire de la Sierra Nevada, diverses équivalences peuvent être proposées. Les groupements de pelouses basophiles plus ou moins dégradées (ELYNETO-SESLERIETEA) représentées sur les Pyrénées orientales par l'Alliance FESTUCION SCOPARIAE et plus particulièrement la sous-association à *Festuca indigesta* du FESTUCETUM SCOPARIAE suggèrent leur rapprochement avec le GENISTETO JUNIPERETUM névadéen et par là même, avec l'ARENARIETO-VICIETUM atlasique. Inversement, c'est dans les associations s'intégrant dans l'Alliance ONONIDION STRIATAE, qu'il convient de rechercher les analogies européennes du VELLETUM MAIREI, le FESTUCETO-ASTRAGALETUM névadéen fournissant une fois de plus un élément intermédiaire de comparaison.

Ces constatations ont été fixées dans le tableau ci-dessous (Tableau 34). Il montre nettement, à côté de ce parallélisme, l'appauvrissement très considérable de l'édifice sociologique des groupements climatiques sur les montagnes méditerranéennes, espagnoles et marocaines. Sur ces dernières, la simplification est extrême puisque l'Ordre des ERINACETALIA réunit en son sein (avec deux alliances) la totalité de ce type de végétation, alors que sur la Nevada, il est encore possible d'individualiser 2 ordres et 3 alliances dont l'une (PTILOTRICHION PURPUREAE) ne possède pas d'homologues sur les Atlas, mais doit au contraire être considérée comme la vicariante de l'Alliance pyrénéenne FESTUCION ESKIAE qui se rapporte à la classe des CARICETEA CURVULAE; cette opinion est en réalité moins paradoxale qu'elle ne paraît à première vue, car FESTUCION ESKIAE et PTILOTRICHION PURPUREAE sont essentiellement caractérisées par des orophytes méditerranéens, en général à vicariances multiples. Seules les différences du climat général des Pyrénées et de la Nevada rendent compte sur le plan floristique de l'appartenance de l'un à des unités supérieures eurasiatiques, alors que l'autre est indiscutablement d'affinités méditerranéennes.

***

Enfin, quelques types de végétation parmi les plus caractéristiques des montagnes européennes font complètement défaut sur les montagnes nord-africaines ou espagnoles où existent toutefois quelques espèces caractéristiques de ces faciès végétaux. Nous voulons en particulier parler des groupements de combes à neiges (classe des SALICETEA HERBACEAE) ou des landes subalpines appartenant à l'Alliance RHODORETO-VACCINION.

En effet, si aucun groupement de combe à neige typique n'existe sur l'Atlas ou la Sierra Nevada, nous avons toutefois signalé à propos de ce premier massif l'existence de diverses espèces indicatrices de la classe des SALICETEA HERBACEAE dans les pelouses hygro-mésophiles (UDO NARDETALIA) où se rencontrent en particulier : *Sibbaldia procumbens*, *Gnaphalium supinum*, *Sagina saginoides* (ss. lato) *Sedum alpestre*. Sur l'Atlas, seule existe encore *Sagina saginoides*. Ces faits sont assez significatifs, en effet, la disparition progressive de stations propices entraîne, depuis les Alpes jusqu'aux Atlas, la désindividualisation de ce type de végétation, dont les derniers représen-

tants sont actuellement localisés, soit qu'il en ait toujours été ainsi, soit à la suite de modification climatique, dans les localités micro-climatiquement les plus affines de leur station d'élection sur les chaînes montagneuses européennes.

Un exemple analogue est fourni par les populations végétales appartenant à l'Alliance Rhodoreto-Vaccinion dont le dernier représentant sur la Sierra Nevada, *Vaccinium uliginosum* qui fait d'ailleurs totalement défaut sur l'Atlas, est localisé là, lui aussi, dans les pelouses humides alticoles à *Nardus stricta*.

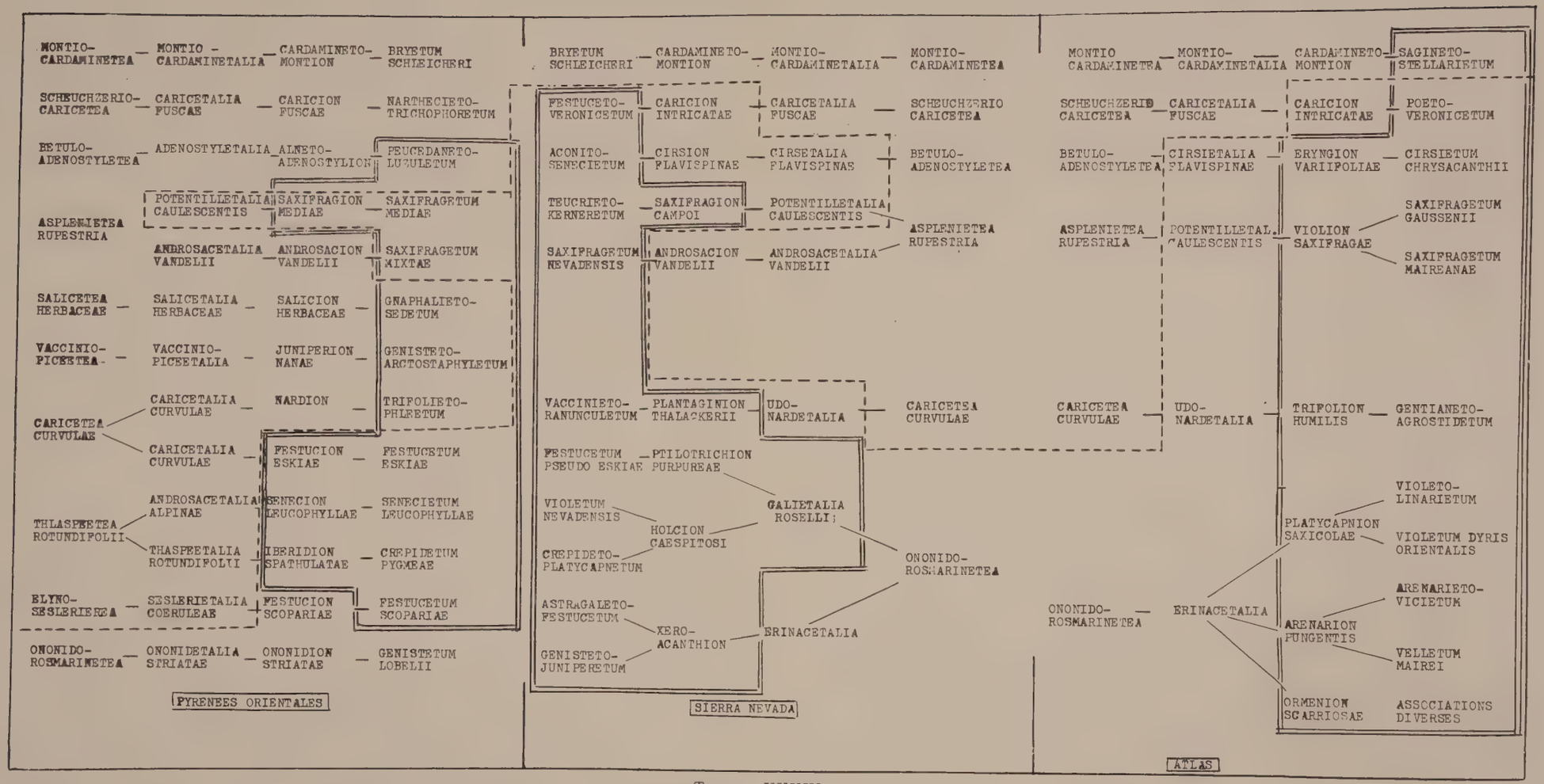



TABLEAU XXXIV.

Mise en parallèle de l'édifice phytosociologique de la zone culminale de l'Atlas, de la Sierra Nevada et des Pyrénées orientales.
Les unités phytosociologiques endémiques sont entourées par un trait doublé; celles où l'élément méditerranéen domine, par un trait en pointillés.

TROISIÈME PARTIE

# VALEUR HISTORIQUE DE LA FLORE ET DE LA VÉGÉTATION OROPHILE NORD-AFRICAINE

*Peu de documents existent sur l'histoire du peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord.*

*Il serait du plus haut intérêt de chercher à préciser, au moins depuis la fin du Miocène, date à laquelle s'est individualisée la flore actuelle, les vissicitudes qu'ont présenté les flores orophiles atlasiques. En effet, seules les données paléo-biogéographiques sont susceptibles d'expliquer la constitution actuelle des populations végétales orophiles nord-africaines.*

*Nous ne sous-estimons pas les difficultés. En l'absence presque totale de fossiles végétaux, il est indispensable de faire appel surtout à la notion d'aire de répartition et à la recherche d'affinités taxinomiques dont la compréhension n'est pas dépourvue d'une part subjective et dont la valeur n'est pas nécessairement certaine. Cependant, lorsque les exemples sont nombreux et ont la même signification, ils nous donnent une certaine assurance dans leur interprétation. Enfin, la caryo-systématique est, elle aussi, capable de fournir d'intéressantes indications sur les migrations végétales et sur la détermination des types archaïques.*

*Aussi, dans cette partie, seront successivement envisagées :*

*— les données paléoclimatiques et paléontologiques ;*

*— les données biogéographiques ;*

*— les données caryosystématiques.*

# I. — LES DONNÉES PALÉO-CLIMATIQUES ET PALÉONTOLOGIQUES

La connaissance des facteurs climatiques qui ont régi les montagnes nord-africaines depuis le tertiaire est susceptible d'apporter de précieux renseignements dans la compréhension de la flore atlasique. Malheureusement, les documents à ce sujet sont encore rares et d'interprétation délicate.

L'individualisation de la flore orophile nord-africaine ne remonte sans doute pas plus haut que le début de l'Oligocène, puisque c'est à cette époque qu'a commencé à s'ébaucher l'édifice atlasique. Mais, ce n'est probablement qu'a la fin de cette période, lors de la surrection alpine, que les Atlas ont atteint leur altitude maximum. Nous manquons malheureusement entièrement de documents sur la flore fossile oligocène sur les montagnes nord-africaines, comme d'ailleurs sur celle de toutes les montagnes européennes de la première moitié du Tertiaire. La flore planitiaire est un peu moins inconnue (grâce en particulier aux travaux de Saporta). Aux environs d'Aix existaient en particulier *Dracoena*, *Sequoia* div., *Taxodium*, *Libocedrus*, *Diospyros*, *Callitris*, *Acacia*, *Cassia*, divers Palmiers; il est, par contre, très difficile de se faire une idée de la flore qui colonisait les montagnes.

La fin de l'Oligocène et le Miocène, est surtout caractérisée, du point de vue Paléoclimatique, par des périodes d'aridité. Koeppen et Wegener (1926) situent la zone d'aridité miocène sur toute la région méditerranéenne, le Sahara septentrional et le proche Orient; c'est-à-dire précisément l'aire sur laquelle se dressaient les chaînes montagneuses actuellement colonisées par des orophytes méditerranéens. Bien d'autres auteurs ont insisté sur cette aridité Miocène de toute la région méditerranéenne, certains pensent que ce climat a persisté également pendant le Pliocène (cf. Mistardis, 1953). On peut supposer que c'est surtout à cette période que ce sont individualisées les lignées xérophiles végétales (1). Telle est, en particulier, l'opinion émise par de Peyerimhoff (1948) à propos de l'origine de la faune saharienne. Il convient également de remarquer que pendant le Pontien, les communications étaient largement ouvertes entre l'Égéide et le bassin méditerranéen occidental. C'est à cette période que Joleaud (1926) situe l'immigration des grands mammi-

(1) Et également animales.

fères vers l'Europe méridionale, et dont la progression s'est faite en particulier par l'intermédiaire de l'Asie antérieure. C'est également à cette période que JEANNEL place l'arrivée vers la région tyrrhénienne, des lignées de Coléoptères issus de l'Égéide méridionale (*Duvalius* en part.). Du point de vue botanique, il n'est pas douteux que des migrations analogues se soient produites; nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir sur ce problème.

La réalité de ces déplacements de flore vers l'Ouest au milieu de la période Miocène paraît bien établie. C'est en particulier de cette période que date l'arrivée massive en Europe de la flore sarmatique (cf. en part. BRAUN-BLANQUET, 1923).

Toutefois, il serait inexact de considérer le Miocène nord-africain comme ayant coïncidé pendant toute sa durée avec une période sub-désertique; l'intensité des phénomènes d'érosion, en effet, qui a ruiné presque totalement l'édifice atlasique oligocène, le prouve clairement. Un régime de pluie méditerranéen ou tropical a dû bien souvent exister.

Le Pliocène voit apparaître, pour la première fois, semble-t-il, en Afrique du Nord, des périodes froides annonciatrices des grandes phases glaciaires quaternaires. C'est aussi à l'Astien, caractérisé par un climat tempéré-humide, que se situe sans doute, la dernière surrection atlasique, précédant de peu l'apparition de la première période pluviale.

A partir de cette date, nous sommes beaucoup mieux renseignés sur la paléoclimatologie des montagnes nord-africaines, et ceci, en particulier, grâce à la connaissance des faunes de Mammifères fossiles et surtout par l'étude détaillée des modes d'érosion.

La faune continentale à mammifères nord-africaine est actuellement bien connue grâce aux remarquables travaux de JOLEAUD, HEIM de BALSAC, ARAMBOURG. Le Villafranchien montre une faune essentiellement africaine, faune de savane tropicale, à *Elephas planifons, Equus stenonis, Hippopotamus hipponensis, Mastodon, Hipparion*. Durant le quaternaire ancien, apparaissent les éléments plus septentrionaux, les types tropicaux se raréfient, et la faune du Paléolithique ancien est constituée surtout par le Buffle, les Éléphants (*E. atlanticus* et *E. meridionalis*), les Gazelles, le Chameau. C'est encore une faune de climat chaud et humide. Au Paléolithique moyen vont arriver de nombreux types européens : les Ours, les Cerfs, les Sangliers, sans doute chassés d'Europe par les glaciations, et traduisant un certain refroidissement climatique. Toutefois, la faune tropicale se maintient encore. En conclusion, les éléments faunistiques paraissent correspondre depuis le Pliocène à une faune de savane de caractère africain enrichie, pendant les phases humides quaternaires et surtout pendant le quaternaire moyen, d'éléments eurasiatiques.

Toutefois, tous les gisements fossilifères nord-africains qui ont fourni ces restes animaux, sont situés à des altitudes relativement basses et si ces conclusions sont exactes pour la majeure partie de l'Afrique du Nord, l'existence, en montagne, d'une faune d'affinité tropicale est incertaine. Nous manquons totalement de renseignements sur ce sujet; il en est de même pour la flore.

Les quelques documents publiés sur la flore fossile Pliocène nord-africaine ont trait surtout à des bis silicifiés. Il s'agit d'espèces de *Palmoxylon, Sterculioxylon, Acacioxylon, Dombeoxylon* (cf. FLICHE, 1888, KRAUSEL, 1939), dont les affinités, en regard de la flore actuelle, sont tropicales.

Au sujet de la flore de périodes pluviales, nous n'avons sur les Atlas aucun document paléontologique. En Afrique du Nord, nous savons seulement (cf. HUME et CRAIG, 1911) que le Chêne vert s'est étendu jusqu'au centre du désert lybique; c'est de cette période également que date, selon MAIRE, l'immigration d'une flore méditerranéenne sur les hautes montagnes du Sahara central (1). De même, comme le prouve l'étude des charbons fossiles, les hauts plateaux algéro-marocains ont été recouverts en grande partie depuis le Quaternaire moyen par des forêts de Chênes verts et de Pins d'Alep. Toutes ces constatations plaident en faveur d'une humidité beaucoup plus grande qu'actuellement, mais associée toutefois à des maxima thermiques élevés.

ARAMBOURG, ARENES et DEPAPE viennent (1953) de publier un intéressant mémoire consacré à des flores fossiles quaternaires de l'Afrique du Nord; deux stations sont analysées dans ce travail : celle du lac Ichkeul en Tunisie septentrionale, et celle de Maison-Carrée, près d'Alger, qui avait déjà fait connaître DUCELLIER (1925).

La flore fossile d'Ichkeul, qu'il est possible de rapporter à la base du Villafranchien, paraît contemporaine de la première période pluviale. Elle est constituée par 26 % d'éléments tropicaux actuellement absents de l'Afrique du Nord : *Salix canariensis, Cassia, Sapindus, Pittosporum,* 52 % d'éléments méditerranéens, tous encore présents en Tunisie : *Olea, Rhus coriaria, Ceratonia, Populus alba, Quercus coccifera, Q. ilex, Q. suber, Q. Murbeckii, Q. afares* en particulier et 21 % d'éléments boréaux, dont plusieurs n'existent plus sur le continent africain : *Fagus silvatica, Ulmus scabra, Pterocarya* sp. Ce gisement où se sont certainement accumulés des feuilles mortes en provenance de régions très diverses et en particulier de zones montagneuses, paraît traduire un climat doux, tempéré, à écarts saisonniers faibles, à hivers peu marqués et à précipitations importantes. Les auteurs sus-cités, interprètent comme suit la zonation forestière sur les montagnes de la Tunisie du Nord et du Constantinois, au début du Villafranchien :

En bas, *Oleo-Ceratonion* avec reliques tropicales assez rares.

Ensuite, un étage de Chênes à feuilles persistantes.

Puis un étage de Chênes à feuilles caduques, et enfin, une forêt de type européen à *Juglans, Pterocarya, Fagus, Ulmus.*

On peut en déduire, qu'à cette période une flore semblable à celle de ces forêts colonisait les hautes montagnes nord-africaines, et en particulier, que la majeure partie du lot des orophytes européens était déjà en place. Ces dernières espèces étaient d'ailleurs sans doute bien plus largement distribuées qu'à l'époque actuelle, où à la suite de l'assèchement du climat, nombre d'entre eux ont disparu *(Fagus, Ulmus, Eleagnus).*

La flore fossile de Maison Carrée, probablement contemporaine de la deuxième glaciation, présente des caractères nettement différents. Elle paraît correspondre à un climat plus froid et plus contrasté, sans doute analogue à celui de la Provence actuelle. Les tropicaux font défaut, les méditerranéens représentent 57 % des espèces déterminées; il s'agit surtout de Chênes : *Q. ilex,*

(1) L'étude des paléo-sols du Sahara central vient, d'autre part, de nous montrer l'existence de pollens de nombreux arbres méditerranéens (*Pinus Halepensis, Cedrus, Quercus* divers) qu'il est possible de rapporter aux dernières phases humides quaternaires.

*Q. coccifera, Q. Murbeckii, Q. afares,* de *Populus alba, Laurus nobilis, Fraxinus ornus.* L'élément boréal est bien représenté : 42 %; il offre en particulier des espèces absentes actuellement de l'Afrique du Nord ou de l'Algérois : *Carpinus betulus, Salix cinerea, Rhamnus frangula.*

Mais toutes ces constatations déjà fort réduites ne sont susceptibles d'apporter que des présomptions sur la paléoclimatologie des hautes montagnes nord-africaines; seules des analyses polliniques, dans la mesure où elles sont encore possibles, seraient susceptibles de fournir parmi les documents paléontologiques, des renseignements précis. Quelques tourbières à Cypéracées existent bien sur le Haut Atlas, mais les quelques essais que nous avons tentés pour identifier les pollens se sont avérés fort décevants.

En conséquence, seuls les documents géo-morphologiques et, en premier chef, l'étude des processus d'érosion sont capables de fournir de précieux renseignements sur la paléo-climatologie atlasique.

A la lumière des travaux de J. Dresch et de Raynal à qui sont empruntés les résultats ci-dessous, il est possible de retenir les faits suivants :

Dès le début du Pliocène, c'est-à-dire avant la dernière surrection atlasique, les surfaces d'érosion attestent pour la première fois, après une longue phase climatiquement tropicale, les effets de la gélivation superficielle et de ruissellement en nappe, traduisent l'existence d'une période pluviale froide, relativement courte.

Après la surrection de l'Atlas, la nature et l'importance de sédiments (cailloux arrondis sans trace de gélivation, rubéfaction intense) ne peuvent s'interpréter que par une longue période chaude et humide, avec des étés relativement secs; c'est de cette période que datent les Palmiers fossiles de Tissaf. En haute montagne, sur les sommets dépassant 3 000 m, a pu déjà s'installer une flore beaucoup moins thermophile.

La dernière phase du Pliocène a vu un assèchement considérable du climat, associé à un refroidissement très net; de vastes lacs peu profonds s'asséchant en partie pendant l'été existaient sur tout le pourtour de l'Atlas.

Le Villafranchien voit débuter le pluvial 5; celui-ci, en Afrique du Nord, comprend deux phases : une phase froide, assez sèche, à laquelle a succédé une phase relativement plus chaude et plus humide. Le pluvial a puissamment entamé la destruction de l'édifice atlasique ressoulevé à l'Astien; sur tous les piedmonts de l'Atlas se trouve une couche épaisse de 20 à 30 m de sédiments anguleux montrant la trace très nette de phénomènes de gélivation, correspondant à la première phase de ce pluvial. Ceux-ci sont recouverts de galets plus fins noyés dans un limon rouge, traduisant une origine nivale indiscutable (deuxième phase ou phase nivale).

Il est difficile de faire la part des phénomènes glaciaires sur les Atlas marocains au cours du 5e pluvial; il paraît de plus en plus probable que, au moins dans les vallées, les glaciers soient descendus très bas : 1 700-1 800 m sur le revers sud du Moyen Atlas, 2 000 m sur l'Ayachi, 2 200 m sur le Toubkal; des calottes de glaces recouvraient tous les sommets dépassant 2 500 m sur le Moyen Atlas et 2 500-3 000 sur le Haut Atlas. Un dessèchement et un réchauffement notables du climat correspondent au premier interpluvial pendant lequel a pu se former par endroits, une croûte épaisse de plusieurs mètres.

Le Quaternaire moyen voit se dérouler les pluviaux 4-3 et 2 dont l'intensité va en s'atténuant peu à peu. Le quatrième pluvial a mis en place, lui aussi, des coulées de solifluxions épaisses de plus de 10 m avec çà et là de gros blocs répondant sans doute à des moraines remaniées (ragnas). Ce pluvial paraît ne pas avoir été plus froid que le précédent. Une croûte correspond ici encore à l'interpluvial 2. On ne sait que peu de chose du pluvial 3 qui a revêtu une importance moindre que le pluvial 2.

Le pluvial 2 (Riss) est beaucoup mieux connu. Il a laissé, lui aussi, sur tout le flanc de l'Atlas des coulées de périglaciaires épaisses de 2 à 10 m environ, constituées de cailloux gélivés, cryoturbés, ennoyés dans un ciment grisâtre; il a dû correspondre à une phase nivale terminale de courte durée. Mais le pluvial 2 a laissé sur le modelé de l'édifice atlasique des traces indiscutables de cirques glaciaires. Ces cirques, très nets encore, sont le plus souvent emboîtés dans des cirques plus anciens correspondant au pluvial 3 ou 4. Il a laissé également en place des moraines ou des glaciers rocheux marquant la limite inférieure du glacier. L'altitude de ces moraines est la suivante en Afrique du Nord :

3 400 m sur le massif du Toubkal
2 900 m sur l'Ayachi
2 500 m sur le Bou Naceur (flanc S.-E.)
2 700 m sur le Bou Iblane (flanc S.-E.)
2 300 m sur le Rif
1 900 m sur le Djurdjura.

L'abaissement de ces limites depuis le Haut Atlas central jusqu'au Djurdjura traduit l'augmentation de pluviosité et le rafraîchissement progressif du climat; l'étude de la végétation nous a fourni dans l'interprétation des étages des exemples analogues.

Au quatrième interpluvial, individualisable, lui aussi, par une croûte en général bien conservée, quoique assez peu épaisse, fait suite le cinquième pluvial.

Le cinquième pluvial ou grimaldien (= Wurms en Europe) a certainement joué un rôle essentiel dans la mise en place de la flore actuelle. Il est loin d'avoir revêtu l'ampleur des pluviaux précédents. Les phénomènes glaciaires se sont limités sur les montagnes d'Afrique du Nord à la formation d'auges de nivation et de quelques cirques sur les hauts sommets en rapport avec une humidité froide. Ce climat caractérisé également par de fortes chutes de neige est traduit, du point de vue géomorphologique, par des limons rouges, pauvres en éléments figurés, épais de plusieurs mètres et dont le rôle a été et demeure encore considérable. Ces limons grimaldiens étaient en effet très favorables à l'installation de la végétation forestière qui a conquis, à la fin du dernier pluvial, les flancs de l'Atlas.

A la fin du dernier pluvial, l'assèchement et le réchauffement du climat furent sans doute brutaux, puisque aucune croûte n'a été observée à la surface des limons périglaciaires grimaldiens.

Le cinquième interpluvial est la période actuelle; il correspond à un assèchement et un réchauffement progressifs du climat, qui, joints à l'action de l'homme

et au régime pluvial méditerranéen, ont entraîné bien souvent la destruction de la couverture forestière et l'abrasion des limons grimaldiens qui la supportaient.

Il est donc difficile, en présence de ces faits, de méconnaître l'importance qu'ont revêtu les phénomènes glaciaires sur les montagnes d'Afrique du Nord. Depuis le début du Quaternaire, une série de variations climatiques d'amplitude amortie y ont fait régner alternativement un climat très froid ou un climat relativement chaud et humide (formation de croûtes aux interpluviaux). Toutefois, même lorsque les phénomènes glaciaires ont revêtu leur maximum d'intensité, l'ensoleillement diurne a dû rester considérable, entraînant. pendant la journée au moins, une fonte de la glace ou de la neige en surface. Ce phénomène est prouvé, en effet, par l'intensité qu'ont revêtu, en Afrique du Nord, les phénomènes périglaciaires et la structure spéciale qu'y présentent les moraines (glaciers rocheux). Il permet également d'admettre l'existence de multiples stations refuges où a pu se réfugier une flore relativement thermophile dont chaque interpluvial a dû assurer une nouvelle extension.

## II. — LES DONNÉES BIO-GÉOGRAPHIQUES

On sait combien l'analyse biogéographique des flores peut être instructive pour connaître l'histoire floristique d'une région. Nous nous sommes efforcé de la faire non en nous basant, non sur l'espèce prise isolément, mais en l'étudiant surtout dans ses rapports avec les types affines, en l'intégrant dans sa lignée, en recherchant son centre d'épanouissement, en précisant son aire de répartition. Ce travail n'est pas toujours facile car les monographies des genres manquent souvent, les documents cyto-caryologiques sont encore plus rares, et les renseignements géographiques et écologiques bien souvent imprécis.

En l'état actuel de nos connaissances, il est possible de distinguer dans la flore de hautes montagnes nord-africaines quatre séries principales d'éléments floristiques.

Ce sont :

— des taxa circum-méditerranéens occidentaux;
— des taxa méditerranéens orientaux;
— des taxa autochtones;
— des taxa africains;
— des taxa euro-sibérien-boréo-américains.

### LES TAXA CIRCUM-MÉDITERRANÉENS OCCIDENTAUX :

Les terres situées pendant la période tertiaire sur l'emplacement actuel de la Méditerranée occidentale et plus spécialement dans la zone comprise entre les Baléares, les Pyrénées et l'Espagne à l'ouest, les Alpes maritimes et la Corse à l'est ont joué un rôle important dans l'individualisation de la flore des hautes montagnes nord-africaines actuelles.

La flore orophile des Atlas présente, en effet, encore des affinités étroites avec la flore orophile des vestiges des massifs pyrénéo- provençaux, ibériques ou bético-rifains.

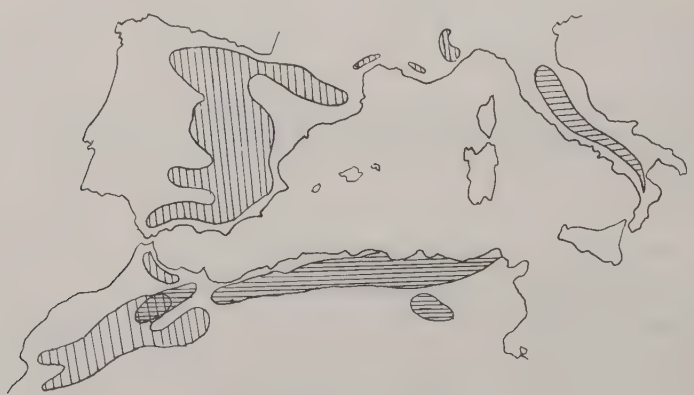
Il est possible de grouper sous quatre chefs principaux les taxa communs aux Atlas et aux montagnes du pourtour méditerranéen oriental. Ce sont :

— les taxa circum-méditerranéens occidentaux;
— les taxa pyrénéo-atlasiques;
— les taxa ibéro-mauritaniens;
— les taxa Sud-mésogéens occidentaux.

### 1° LES TAXA CIRCUM-MÉDITERRANÉENS OCCIDENTAUX.

De nombreuses espèces fréquentes sur les sommets des montagnes nord-africaines existent également, soit dans la même entité taxonomique, soit dans une entité vicariante sur les montagnes situées en bordure du bassin méditerranéen occidental.

Les orophytes circum-méditerranéens occidentaux stricts sont assez nombreux. Quelques espèces seules sont communes à l'ensemble de l'aire envisagée : *Ononis cenisia, Erinus alpinus* et *Kentranthus angustifolius, Paronychia polygonifolia, Sedum brevifolium, Rhamnus alpina,* d'autres manquent en Algérie : *Phyteuma Charmelii, Serratula nudicaulis* en particulier.



Carte 7.

Il est plus intéressant de considérer les espèces à vicariances multiples dont les plus remarquables appartiennent aux genres *Brassica, Saxifraga, Alyssum, Globularia, Eryngium.*

L'espèce collective *B. saxatilis* est représentée, par exemple, par quatre sous-espèces (carte n° 7) :

— ssp. *repanda* (Willd.) Maire : Atlas calcaire, Espagne méridionale, Alpes méridionales;
— ssp. *blancoana* (Boiss. et Reut.) Maire : Haut Atlas et Moyen Atlas calcaire, Espagne sud-orientale;
— ssp. *africana* (O. E. Schulz) Maire : Steppes de l'Oranie, du Maroc oriental, Espagne;
— ssp. *humilis* : France méridionale.

*Brassica Gravinae* en constitue l'espèce vicariante en Italie méridionale et en Numidie, où elle est représentée par les variétés : *Djurdjurae* et *brachyloma ;* cette dernière atteignant d'ailleurs le Moyen Atlas.

***

La sous-section *Ceratophyllum* représente un des groupes de Saxifrages les plus typiques des montagnes méditerranéennes occidentales. Bien que deux espèces seulement existent en Afrique du Nord, leur présence y est hautement significative.

*Saxifraga Luizetana* est localisé sur le chaînon du Bou Naceur.

*Saxifraga pedemontana* ssp. *demnatensis* est, au contraire, présent sur tous les sommets siliceux ou calcaires dépassant 2 800 m d'altitude.

La valeur systématique exacte de ce dernier Saxifrage est d'ailleurs encore fort ambigüe et diversement interprétée. Considéré comme une espèce distincte par Cosson, Engler et Irmscher, Luizet par exemple, Maire, après s'être rallié à cette opinion la rapporte comme sous-espèce à *S. pedemontana* après qu'Emberger l'ait rangée dans cette même espèce, mais avec le rang de variété. Ce ne sont d'ailleurs là que discussions sans grand intérêt ; suivant que la première place est donnée dans la clé de détermination à tel ou tel caractère morphologique, l'on est obligé de se rallier à l'une ou l'autre façon de voir. Notons cependant que, si l'on accepte l'opinion d'Emberger et de Maire, la plupart des espèces espagnoles se rangeant dans le sein de cette section doivent, elles aussi, être inclues dans l'espèce *pedemontana.* Ces considérations montrent combien sont affines toutes les espèces de ce groupe. Bien que nous conservions pour le Saxifrage de Cosson la subordination systématique proposée par Maire, il est bien difficile d'étayer des conclusions biogéographiques sur des faits aussi discutables.

De toute façon les espèces de la sous-section *Ceratophyllum* accusent d'indiscutables affinités oro-méditerranéennes occidentales. Leur centre d'épanouissement est représenté par la péninsule ibérique et tout spécialement la cordillère cantabro-pyrénéenne où existent 5 espèces sur les 12 que contient la section :

| | |
|---|---|
| *S. Prostii* | Cévennes |
| *S. maderensis* | île de Madère |
| *S. Portosantana* | île de Porto-Santo |
| *S. Luizetana* | J. Bou Naceur. |

*S. pedemontana,* au sens où on l'entend aujourd'hui, a la distribution suivante :

| | |
|---|---|
| ssp. *cymosa* | Carpathes-Alpes de Macédoine et de Bulgarie |
| ssp. *eu-pedemontana* | Alpes maritimes et çà et là sur le flanc méridional des Alpes italiennes jusqu'au mont Rose |
| ssp. *cervicornis* | Corse-Sardaigne |
| ssp. *demnatensis* | Haut et Moyen Atlas. |

Les 7 espèces endémiques de la péninsule ibérique sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| *S. geranioides* | Chaîne cantabro-pyrénéenne |
| *S. Campoi* | Cordillère bétique |
| *S. cuneata* | Navarre - Asturies (cantabro - pyrénéenne) |
| *S. canaliculata* | Cordillère cantabrique |
| *S. valentina* | De la Sierra de Javalambre à la Sierra de Cazerla |
| *S. trifurcata* | Navarre (cantabrique) |
| *S. Vayderae* | Catalogne : Sierra de Montseny (Pyr.). |

Il n'est pas sans intérêt de signaler en terminant les étroites affinités existant entre *S. Campoi*, qui colonise les rochers calcaires des montagnes du sud de l'Espagne, et *S. pedemontana* ssp. *demnatensis* des Atlas; les liens systématiques unissant ces deux plantes sont certainement très étroits, telle était d'ailleurs l'opinion d'ENGLER; cette solution est d'ailleurs satisfaisante du point de vue biogéographique, mais seule une révision approfondie de la section *Ceratophyllum* permettra de confirmer cette façon de voir.

***

Le sous-genre *Ptilotrichum* du genre *Alyssum* représente également un exemple d'espèces, ou mieux de groupes d'espèces, oro-méditerranéennes occidentales.

Il est en effet représenté par les espèces suivantes :

| | |
|---|---|
| *A. spinosum* | tous les Atlas : Djurdjura, Babors, Espagne méridionale et orientale, Languedoc. |
| *A. halimifolium* | Alpes maritimes |
| *A. Lapeyrousianum* | Pyrénées orientales |
| *A. rupestre* | Apennin central |
| *A. purpureum* | Sierra Nevada |
| *A. macrocarpum* | France méridionale entre le Rhône et les Pyrénées. |

Toutes ces espèces, à l'exception de la première, possèdent des aires de répartition très réduites et sont des chaméphytes calcicoles à peu près exclusifs, sauf *A. purpureum*, qui caractérise les éboulis schisteux culminaux de la Sierra Nevada; *Alyssum spinosum* devient, lui aussi en France, rupicole et calcicole; le type français répond d'ailleurs du point de vue caryologique à une forme tétraploïde vis-à-vis des types nord-africains et névadéens.

Dans le même ordre d'idées, il convient encore de citer l'exemple des *Globularia* de la section *Gymnocladium* représentés sur les Atlas par l'espèce *G. Liouvillei*, vicariante de *G. nudicaulis* des Alpes, des Pyrénées et des Apennins.

## 2° LES ESPÈCES PYRÉNÉO-ATLASIQUES.

La découverte par L. Emberger sur le Haut Atlas calcaire de plusieurs espèces considérées jusqu'alors comme des endémiques pyrénéens ou tout au moins nord-ibériques, fut une surprise considérable; depuis cette date, divers séjours sur le Haut Atlas ont permis de préciser l'aire de distribution marocaine de ces plantes. Les espèces disjointes pyrénéo-atlasiques sont les suivantes :

*Potentilla alchimilloides*
*Hieracium phlomoides*
*Hieracium Lawsonii* ssp. *flocciramum*
*Asplenium Seelosii* var. *glabrum*
*Matthiola perennis*
*Draba tomentosa* ssp. *laevipes*
*Valeriana globulariifolia*
*Saxifraga longifolia*
*Lonicera pyrenaica*
*Medicago suffruticosa.*

Parmi celles-ci, les quatre premières ne possèdent pas de stations intermédiaires entre les Pyrénées et les Atlas; *Matthiola perennis* est commune à la Cordillère cantabrique (Picos des Europa) et aux Atlas marocains (cf. à ce propos Conti, 1900, Borja-Carbonnel, 1953, Losat y Montserrat, 1954); *Saxifraga longifolia*, assez fréquent dans les Pyrénées calcaires et en Catalogne, existe encore en Espagne sur la Sierra de Aïtana près de Valence et la Sagra Sierra près de Grenade (dans des variétés endémiques); *Valeriana globulariifolia* et *Draba tomentosa* ssp. *laevipes* sont communs aux Pyrénées, à la Sierra Nevada et aux chaînons orientaux du Moyen Atlas; *Lonicera pyrenaica*, enfin, et *Medicago suffruticosa*, sont beaucoup plus répandus dans la péninsule ibérique.

Si l'on considère cette liste d'espèces, on est frappé tout de suite par les faits suivants :

— Sur les Atlas marocains, elles sont d'autant plus abondantes que l'on remonte vers le Nord :

| | |
|---|---|
| Grand Atlas central et occidental. . . . . | 2 espèces |
| Grand Atlas oriental. . . . . | 6 espèces |
| Moyen Atlas . . . . . | 8 espèces |

Seuls *Lonicera pyrenaica*, *Medicago suffruticosa* et *Matthiola perennis* sont communs à l'ensemble de la chaîne et encore avec des discontinuités; *Saxifraga longifolia*, *Asplenium Seelosii* var. *glabrum* et *Hieracium Lawsonii* ssp. *flocciramum* existent sur le Grand Atlas oriental et sur le Haut Moyen Atlas; sur ce dernier massif sont localisées les trois autres espèces.

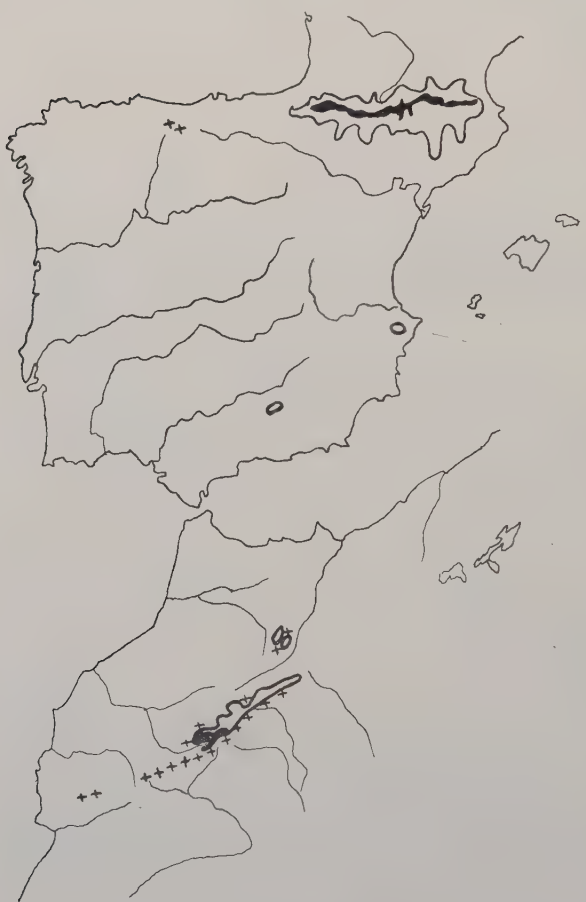
— Toutes ces espèces sont, sur les Pyrénées, des calcicoles exclusives, c'est-à-dire des plantes relativement thermophiles.

— Le degré d'endémisme atteint par ces espèces sur les Atlas est relativement faible :

*Saxifraga longifolia* est représenté par la ssp. endémique *Gausseni*, *Potentilla alchimilloides* par la ssp. *atlantica*, *Hieracium phlomoides* par la ssp. *mesatlanticum*, *Matthiola perennis* et *Hieracium Lawsonii* par des variétés. Il faut d'ailleurs reconnaître que la valeur systématique de ces types est bien faible.

De plus, la plupart de ces espèces appartenant indiscutablement au lot des orophytes méditerranéens, représentés également sur d'autres massifs refuges et tout spécialement sur les Alpes maritimes, par des espèces vicariantes traduisant une communauté d'origine, mais dont la différenciation taxonomique est beaucoup plus avancée. Tel est le cas de :

*Saxifraga lingulata* pour *S. longifolia*
*Potentilla saxifraga* pour *P. alchimilloides*
*Valeriana saliunca* pour *V. globulariifolia*



Carte 8.
En noir : aire de *Potentilla alchimilloides ;* en blanc : celle de *Saxifraga longifolia.* Les croix marquent les principales localités de *Matthiola perennis.*

De même, *Asplenium Seelosii* est représenté dans les Alpes méridionales par sa var. *genuinum*, alors que la var. *glabrum* est commune aux Pyrénées orientales et aux Atlas. La disjonction taxonomique existant chez les espèces précitées entre les types spéciaux respectivement aux sommets orientaux (Alpes maritimes) et occidentaux (Pyrénées, Espagne, Haut Atlas) du bassin méditerranéen occidental, est plus ancienne que celle qu'il est possible de mettre en évidence entre les types pyrénéens et atlasiques ; d'autant que les facteurs climatiques sont sensiblement identiques entre les Alpes maritimes et les Pyrénées par exemple ; très différents au contraire entre les Pyrénées et le Haut Atlas.

Un autre caractère remarquable qu'offrent les types pyrénéens sur les Atlas est la pulvérisation variétale accusée de plusieurs de ces espèces :

— *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* est représenté par quatre variétés :

| | |
|---|---|
| var. *rhatica* | J. Rhat |
| var. *typica* | J. Azourki et Aioui-Ahansal |
| var. *orientalis* | J. Masker et J. Ayachi |
| var. *mesatlantica* | J. Bou Naceur et Bou Iblane |

— *Matthiola perennis* par deux variétés au moins :

| | |
|---|---|
| var. *genuina* | Haut Atlas oriental |
| var. *anremerica* | Haut Atlas occidental et central |

— *Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica* par trois variétés :

| | |
|---|---|
| var. *typica* | J. Aori, gorges de la Tessaout m'Goun |
| var. *rhatica* | J. Rhat |
| var. *iminouakense* | gorges d'Imi n'Ouaka et de l'acif Isladen |

Le cas de cette dernière espèce est tout spécialement évocateur, puisque les trois variétés existent dans la même région, dans un rayonnement d'une cinquantaine de kilomètres.

L'extrême plasticité de ces plantes sur les Atlas, alors que sur les Pyrénées elles se comportent comme des espèces très stables, peut constituer un argument d'une certaine valeur en faveur de leur installation récente en Afrique du Nord où à la suite des modifications du climat post-glaciaire, elles se sont localisées dans des stations refuges géographiquement isolées.

L'étude du comportement phytosociologique de ces espèces sur le Haut Atlas est également fort intéressante, et nous avons déjà signalé la tendance très nette qu'elles accusaient à demeurer groupées en association. Certes, s'il faut voir là surtout un phénomène imposé avant tout par la recherche d'un milieu favorable, il n'en reste pas moins fort remarquable de retrouver dans le cortège floristique du Saxifragetum Gaussenii des homologies trop importantes pour être l'effet du hasard avec, par exemple, l'association pyrénéenne à *Saxifraga longifolia* et *Ramondia Myconi* (Br.-Bl. 1945) ou le *Saxifragetum lingulatae* que nous avons décrit en 1949 (cf. Rioux et Quezel, 1949).

Voici d'ailleurs à titre d'illustration les grandes lignes du cortège floristique de ces associations. Les espèces vicariantes ont été mises en regard; nous n'avons pas tenu compte des espèces compagnes.

Si l'on considère ce tableau, il apparaît nettement qu'en réalité le groupement rupicole pyrénéen à *Saxifraga longifolia* est plus proche de son homologue atlasique que de son vicariant austro-alpin.

Comme nous l'avons écrit dans un mémoire consacré à la végétation de la Sierra Nevada, l'absence de *Saxifraga longifolia* et des espèces qui lui sont associées, sur ce dernier massif, n'est conditionnée que par l'absence de zone

| HAUT ATLAS | PYRÉNÉES | ALPES MARITIMES |
|---|---|---|
| *Saxifraga longifolia* ssp. *Gaussenii* | *Saxifraga longifolia* ssp. *pyrenaica* | *Saxifraga lingulata* |
| *Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica* (M'goun) | *Potentilla alchimilloides* ssp. *eu-alchimilloides* | *Potentilla saxifraga* |
| *Phyteuma charmelii* fo. (Bou Naceur) | *Phyteuma charmelii* | |
| *Potentilla caulescens* var. *mesatlantica* (Bou Naceur) | *Potentilla caulescens* var. | *Potentilla cauleseens* var. |
| *Lonicera pyrenaica* | *Lonicera pyrenaica* | |
| *Globularia Liouvillei* | *Globularia nudicaulis* | *(Globularia nudicaulis)* |
| *Geranium cinereum* ssp. *nanum* | *Geranium cinereum* ssp. *eu-cinereum* | |
| *Hieracium phlomoides* ssp. *mesatlanticum* | *Hieracium phlomoides* ssp. *eu-phlomoides* | |
| 13 espèces spéciales au Haut Atlas | 2 espèces spéciales aux Pyrénées | 9 espèces spéciales aux Alpes maritimes. |
| 13 espèces communes aux trois massifs : (Caractéristiques des unités supérieures) | *Erinus alpinus, Asplenium viride, Asplenium trichomanes, Asplenium ruta-muraria, Rhamnus alpina, Rhamnus pumila, Hieracium amplexicaule, Ceterach officinarum, Arabis alpina, Sedum dasyphyllum, Cystopteris fragilis, Minuartia mutabilis, Linaria origanifolia.* | |
| | 7 espèces communes aux Pyrénées et aux Alpes maritimes : | *Silene saxifraga, Asplenium fontanum, Valeriana tripteris, Kernera saxatilis, Saxifraga aizoon, Daphne alpina, Passerina diica.* |

Tableau XXXV.

calcaire suffisamment élevée ; en effet, les portions calcaires de la Sierra Nevada n'excèdent guère l'altitude de 2 000 m. D'ailleurs *Saxifraga longifolia* n'est pas totalement absent de la cordillère bétique ; il a été signalé sur les rochers calcaires de la Sierra Sagra. *Valeriana globulariifolia* et *Draba tomentosa* ssp. *lævipes*, ont, par contre, toutes deux des stations sur les hauts sommets de la Sierra Nevada où existent quelques espèces de souche pyrénéenne qui n'ont pas atteint le Haut Atlas. Tel est le cas particulier pour :

— *Carduus carlinoides* dans une var. endémique (var. *nevadensis*)
— *Sedum Candollei*
— *Galium pyrenaicum*.

En conclusion, les espèces de souche pyrénéenne nous paraissent être des immigrants relativement peu anciens sur les Atlas. Leur concentration à l'extrémité nord orientale des massifs, leur plasticité morphologique, leur tendance à demeurer groupés en associations, floristiquement affines de leurs homologues pyrénéennes en sont autant de preuves. Il n'est pas possible d'envisager pour ces espèces (sauf peut-être pour *Matthiola perennis*) une origine atlasique et une extension secondaire aux chaînes pyrénéennes et aux Alpes maritimes, puisqu'il existe beaucoup plus d'affinités entre les types atlasiques et pyrénéens qu'entre les pyrénéens et les austro-alpins. La disjonction des aires entre ces derniers est certainement antérieure aux glaciations puisque l'on s'accorde aujourd'hui à considérer ces espèces réfugiées sur les rochers calcaires, aussi bien sur les Pyrénées que sur les Alpes maritimes comme des types archaïques appartenant à la flore pré-glaciaire de ces massifs ; la ségrégation a atteint d'ailleurs chez ces plantes l'échelon spécifique. Il n'en est pas de même à notre avis pour les espèces pyrénéo-atlasiques dont la diversification a atteint tout au plus, bien qu'elles végètent aujourd'hui sous des climats très différents, l'échelon sub-spécifique. Il est plus logique d'admettre pour celles-ci une origine contemporaine des grandes glaciations, lorsque la flore orophile tertiaire des chaînes pyrénéennes s'est vue refoulée à la périphérie des massifs dans des stations refuges dont quelques-unes ont persisté jusqu'à ce jour. L'arrivée des espèces pyrénéennes sur les Atlas aurait donc coïncidé avec l'arrivée des contingents eurasiatiques et alpins ou du moins ne l'aurait précédée que de peu. Parmi les orophytes pyrénéens, seuls, quelques-uns des plus thermophiles ont pu atteindre ou subsister sur les Atlas ; ceci rend compte de la prédominance absolue des types calcicoles parmi les vestiges de cette flore.

Il n'est évidemment pas possible de dire à quelle phase pluviale correspond leur arrivée sur les Atlas. Les interpluviaux 2-3 et 4 peut-être plus chauds, mais certainement plus humides que l'interpluvial actuel n'auraient sans doute pas entraîné leur disparition.

Un fait mérite encore d'être signalé : sur le Bou Naceur les espèces pyrénéo-atlasiques au nombre de six participent à deux associations :

— le Saxifragetum Gausseni Mesatlanticum avec *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni*, *Lonicera pyrenaica*, *Hieracium phlomoides*, *Asplenium Seelosii* var. *glabrum* (les orophytes *Phyteuma Charmelii* et *Potentilla caulescens* appartiennent aussi à ce groupement) ;

— l'association à *Erigeron Celerieri* et *Valeriana globulariifolia* avec : *Valeriana globulariifolia* et *Draba tomentosa* ssp. *laevipes*.

Or, d'une façon absolue, la première de ces associations colonise les rochers des cirques répondant aux glaciations 4 ou 3, la seconde, très localisée, les auges, les failles ou les cirques creusés par la glaciation grimaldienne. Tout laisse penser que cette mise en place traduit encore l'action des dernières glaciations; les espèces les plus alticoles s'étant localisées au pourtour immédiat des glaciers ou des névés grimaldiens. Il est donc à peu près certain que la migration atlasique des espèces pyrénéennes est au moins antérieure aux deux dernières glaciations. D'ailleurs d'après les documents paléo-climatologiques, l'intensité de ces phénomènes est allée en s'amenuisant considérablement; la migration de la flore orophile pré-glaciaire a donc très probablement été plus aisée au cours des premiers pluviaux.

### 3° LES OROPHYTES LOCALISÉS DANS LA PORTION OCCIDENTALE DU BASSIN MÉDITERRANÉEN OCCIDENTAL OU IBÉRO-MAURITANIENS

Ce groupe d'espèce revêt une importance considérable. Il doit d'ailleurs être divisé en deux parties :

— les taxa ibéro-mauritaniens au sens le plus large;
— les taxa bético-mauritaniens ou mieux bético-atlasiques.

#### a) *Les taxa ibéro-mauritaniens.*

Nous avons donné (cf. p. 44) la liste des espèces ibéro-mauritaniennes, aussi ne voulons-nous insister ici que sur quelques points particuliers.

Parmi les taxa ibéro-mauritaniens, on peut, à titre d'exemple, envisager le cas de la sous-section *Exarato-Moscatae* du genre *Saxifraga*. Le seul représentant : *S. Maireana* appartient à un groupe très individualisé possédant son centre de dispersion dans la chaîne des Pyrénées (groupe de *S. pubescens, iratiana, intricata*). Toutefois, sur la Sierra Nevada, il a une espèce (*S. nevadensis*) très affine de *S. pubescens* et même considérée par divers auteurs comme une simple sous-espèce de ce dernier. Si les analogies entre *S. pubescens* et *S. nevadensis* sont étroites, elles le sont peut-être encore plus entre *S. nevadensis* et *S. Maireana*. Il n'est pas douteux que la ségrégation spécifique entre ces plantes soit la conséquence directe d'une ségrégation géographique. Il est intéressant de considérer l'écologie du *S. Maireana* atlasique. Cette espèce, toujours rare, est localisée dans le Grand Atlas central, sur les rochers primitifs siliceux mais toujours à une altitude comprise entre 2 000 et 3 000 m. C'est-à-dire dans la zone de pluviosité maxima. Elle fait complètement défaut au-dessus de 3 000 m; plus, elle se localise exclusivement sur des rochers humides et, en général, sur les parois des gorges étroites à proximité de ruisseaux permanents; sa présence sur les rochers du versant nord du T. Tizerag s'explique facilement par la proximité de l'Agdal de l'Oukaimeden. *S. Maireana* représente sans doute, sur le Haut Atlas central, une espèce orophile en voie

de disparition, qui n'a pu se maintenir que dans quelques stations privilégiées (fond de gorges, rochers humides) situées en général à des altitudes relativement faibles (2 000-3 000 m).

Parmi les autres exemples que l'on peut citer, il faut mentionner celui de *Teucrium musimonum* (cf. à ce propos : HUMBERT, 1924, p. 219, qui écrivait déjà à son sujet : « Ce superbe *Teucrium* fait partie d'un groupe d'espèces affines représenté en Afrique du Nord par *T. granatense* Boiss. et Reut. (Maroc : grand et moyen Atlas); *T. saxatile Lamk.* var. *getulum* Maire (montagnes du sud oranais : Djebel Doug); *T. albidum* Munby (Monts de Tlemcen, Sebdou et de Gharrouban); en Espagne, par *T. granatensis* Boiss. et Reut., *T. saxatile* Lamk., *T. cinereum* Boiss., *T. pyrenaicum* L. (qui arrive jusqu'en France, où il est le seul représentant du groupe), *T. buxifolium* Schreb. »)

L'existence de cette foule d'espèces auxquelles il convient d'ajouter encore *T. tananicum* des Ida ou Tanant, *T. Faurei* des gorges Zegzel, *T. circinnatum* de l'Anti-Atlas et *T. Hueti* du Rif oriental, plaide en faveur d'une origine ancienne et en tous les cas pré-glaciaire. D'ailleurs, sauf *T. musimonum*, espèce alticole peut-être tardivement différenciée depuis *T. rotundifolium*, toutes ces espèces sont localisées entre 1 000 et 2 000 m, ce sont des rupicoles exclusives; leur centre de dispersion est incontestablement représenté par la région ibéro-marocaine, une seule d'entre elle a atteint les Pyrénées.

b) ***Les taxa bético-atlasiques :*** (Cartes 9-10-10 *bis*-11).

Les montagnes du Sud de l'Espagne ainsi que le Rif ont joué un rôle très considérable dans l'individualisation et la conservation de la flore du pourtour méditerranéen occidental. Le massif bético-rifain, géographiquement isolé dès le début du Miocène, a servi de centre d'épanouissement à de multiples genres : *Narcissus* (cf. FERNANDES), *Cistus, Ulex, Genista* en particulier. L'endémisme très élevé que présente la flore des hauts sommets de cette région est la conséquence directe de cet isolement, isolement qui n'a cessé qu'au milieu du Pliocène.

CARTE 9.
En noir : Aire de *Andryala Aghardii*; en traits verticaux : celle de *Sedum melananthemum*; le trait limite celle de *Imperata hispanica*.

Les relations entre les flores orophiles bétiques et atlasiques ont dû être possibles une première fois lors des phases froides de la fin du Plaisancien et par la suite, lors des périodes pluviales. Il est, en effet, difficile d'admettre pour les taxa bético-atlasiques, une disjonction antérieure au Pliocène puisque la ségrégation taxonomique n'a qu'exceptionnellement atteint l'échelon spécifique :

| Atlas : | | Bétique : |
|---|---|---|
| *Reseda attenuata* | vicariant de | *Reseda Barellieri* |
| *Hippocrepis Liouvillei* | — | *Hippocrepis scabra* |
| *Pseudocytisus spinosus* | — | *Pseudocytisus Mairei* |
| *Pterocephalus spathulatus* | — | *Pterocephalus depressus* |
| *Anthyllis tejedensis* | — | *Anthyllis Warnieri* |
| *Trifolium glareosum* | — | *Trifolium humile* |
| *Leontodon Boryi* | — | *Leontodon Pitardi* |
| *Taraxacum microcephalum* | — | *Taraxacum atlanticum* |

D'autre part, la mise en place de cette flore a dû débuter avant les glaciations car, inversement pour ce qui se passe pour les espèces pyrenéo-atlasiques par exemple, qui sont les plus nombreuses sur les chaînons orientaux du Moyen Atlas oriental, c'est par contre le Haut Altas oriental et plus spécialement les massifs du Rhat et du m'Goun qui sont les plus riches en espèces bético-atlasiques.

En effet, y sont localisés :

*Anthyllis Warnieri*
*Sarcocapnos baetica* dans une ssp. endémique.

De même, *Sedum melanantherum* n'existe que dans le Haut Atlas central; *Andryala Aghardii* sur le Bou Naceur et chez les Seksaouas *Imperatoria hispanica*, uniquement chez les Seksaouas.

Il faudrait également chercher à préciser si la migration s'est bien effectuée depuis le massif bético-rifain aux Atlas et non en sens inverse. Les critères floristiques ne permettent pas une certitude absolue; toutefois l'exemple d'autres espèces (cf. p. 385), les documents fournis par la paléo-climatologie tertiaire du Haut Atlas, plaident en faveur d'une migration Nord-Sud de ces plantes dont la plupart, il faut le remarquer, sont des hygrophytes microthermes dont l'existence sur les Atlas pré-glaciaires est fort problématique.

Par contre, certaines espèces bético-atlasiques constituées par des types xérophiles ont probablement trouvé leur origine sur les Atlas et se sont répandues secondairement sur le Sud de l'Espagne. Tel paraît être, en particulier, le cas pour *Arenaria pungens*.

Cette espèce systématiquement assez isolée dans le genre *Arenaria* et qui ne présente d'étroites analogies qu'avec *A. dyris* du Haut Atlas oriental, est un des xérophytes épineux les plus répandus sur le Haut Atlas. Elle existe également sur les sommets de la Sierra Nevada.

Sur le Haut Atlas, elle est représentée par 3 sous-espèces distinctes :

ssp. *eu-pungens* . . . . . Haut Atlas central et occidental
ssp. *Boissieri* . . . . . Haut Atlas oriental et mésatlasique
ssp. *parviflora*. . . . . Flanc saharien du Haut Atlas oriental.

Cette dernière sous-espèce que nous avons découverte en 1954 végète autour

de 2 000 m, c'est-à-dire à une altitude bien plus faible que les autres sous-espèces, dans les steppes à alfa de la haute vallée du Dadès en aval de M'Semrir.

L'étude caryologique de cette espèce nous a montré qu'elle était à $n = 15$ alors que les autres sous-espèces sont à $n = 30$. La ssp. *parviflora* représente

CARTE 10.
Aire de *Platycapnos saxicola* et de *Sarcocapnos baetica* (en noir).

CARTE 10 *bis*.
Aire de *Arenaria pungens* dans ses diverses variétés et de *Arenaria Dyris* (en noir).

donc un type archaïque isolé sur le revers méridional du Haut Atlas calcaire dont sont issues par polyploïdie les autres sous-espèces. L'aire de répartition actuelle de la ssp. *parviflora*, dans une région où la pluviosité n'excède pas 250 m, est fort instructive et permet de penser qu'*Arenaria pungens*, dans ses variétés orophiles, dérive d'un type beaucoup plus xérophile. On peut établir comme suit les exigences écologiques principales de ces sous-espèces :

| | AMPLITUDE ALTITUDINALE | EXIGENCES PLUVIOMÉTRIQUES | 2 n = |
|---|---|---|---|
| ssp. ? Sierra Nevada . . | 2 600-3 200 | 1 200-1 500 | 60 (?) |
| ssp. *Boissieri* . . . | 2 600-3 600 | 500-1 000 | 60 |
| ssp. *eu-pungens* . . | 2 500-3 600 | 500- 800 | 60 |
| ssp. *parviflora* . . . | 1 800-2 000 | 250 | 30 |

Il est difficile de trancher la question pour d'autres types également répandus sur les Sierras bétiques et les Atlas et notamment pour les Fumariacées qui ont trouvé là un important centre de développement :

| | | |
|---|---|---|
| — genre *Rupicapnos* . . . . . | une espèce : | *R. africana* |
| — genre *Sarcocapnos* . . . . . | deux espèces : | *S. baetica* |
| | | *S. crassifolia* |
| — genre *Platycapnos* . . . . . | une espèce : | *P. saxicola* |

Le cas du genre *Pseudocytisus* paraît toutefois être analogue à celui de *Arenaria pungens* (Carte 11).

Ce genre endémique du sud espagnol et des Atlas est représenté par les ssp. suivantes, pour l'espèce *P. integrifolius :*

| | |
|---|---|
| ssp. *iberica* . . . . | Montagnes d'Aranjuez (o). |
| ssp. *anremerica* . . | Flanc méridional du Haut Atlas calcaire (+). |
| ssp. *glabressens* . . | Hautes steppes de la Moulouya et du sud oranais (hachures verticales). |

Carte 11.

Aire des espèces du genre *Pseudocytisus (Vella)*. En noir : *P. spinosus*, en Espagne et *P. Mairei*, au Maroc.

Les autres espèces : *P. spinosus* et *P. Mairei* constituent respectivement un des éléments les plus caractéristiques des garrigues altimontaines espagnoles et marocaines. *P. spinosus* est répandu surtout sur les sierras calcaires de l'Espagne sud-orientale au-dessus de 1 800 m; *P. Mairei* est localisée sur l'Atlas calcaire au-dessus de 2 600 m.

*P. integrifolius*, du point de vue écologique constitue un type moins alticole et plus xérophile que les deux autres espèces; il est localisé entre 1 000 et 2 500 m dans des stations où la pluviosité n'excède pas 300 mm, son aire fragmentée peut être considérée comme résiduelle. Le type archaïque est représenté par la ssp. *glabrescens*, nettement steppique, les autres ssp. sont respectivement plus voisines de *P. spinosus* et *P. Mairei*, espèces orophiles issues sans doute de *P. integrifolius*.

Quelques espèces bético-atlasiques ont débordé assez largement cette région et atteint la Corse. Tel est le cas pour *Veronica repens*, espèce caractéristique des tourbières à

cypéracées du Haut Atlas central de la Sierra Nevada et de Corse, pour les Gagea (*G. dyris, G. nevadensis* et *G. Soleyrolii*) ; *Ranunculus Marschlinsii* est très affine de *R. montanus* ssp. *aurasiacus* ; *Armeria multiceps* corse est également le vicariant taxonomique et écologique de *A. splendens* nevadéen.

D'autres espèces se sont répandues en Afrique du Nord où elles ont atteint le Djurdjura et l'Aurès :

*Poa ligulata*
*Sedum nevadense*
*Polygala baetica*
*Poterium ancistroides*
*Saxifraga globulifera*
*Linaria tristis*
*Chaenorrhinum villosum.*

De même les espèces suivantes, quoique plus largement répandues dans la péninsule ibérique, ont certainement une origine bético-atlasique :

*Arenaria aggregata*
*Sagina sabuletorum*
*Biscutella frutescens*
*Genista florida*
*Echium flavum*
*Sideritis incana*
*Marrubium supinum*
*Ononis aragonensis*
*Erodium cheilanthifolium*
*Chrysanthemum arundanum*
*Cirsium flavispinum.*

Les saisissantes homologies que présente le peuplement végétal des montagnes du Sud espagnol avec celui des hautes chaînes atlasiques apparaissent encore si l'on considère encore les éléments non autochtones qui se sont répandus sur ces massifs depuis la fin du tertiaire et qui ont individualisé là des types endémiques respectivement vicariants (cf. en part. *Gentiana Boryi* et *Gentiana atlantica*, p. 371). Nous aurons l'occasion de revenir sur ce problème.

L'étude de la végétation fournit, elle aussi, de précieux documents pour établir les étroites affinités que présentent les flores orophiles bétique et atlasique. Les homologies que nous avons signalées plus haut à propos des Udo-Nardetalia (cf., p. 264) sont trop étroites pour être imputées à l'effet du hasard ; le parallélisme absolu que présentent entre elles les associations végétales s'intégrant dans cette unité supérieure traduit d'étroites affinités dans la composition du cortège floristique et la possibilité de contacts anciens mais prolongés. Le rôle de jalon joué par la Cordillère bétique entre les systèmes pyrénéen et atlasique est en particulier évident.

Il en est d'ailleurs de même pour les groupements constituant les garrigues altimontaines à xérophytes épineux dont les affinités tant physionomique que floristique ont été déjà signalées (cf., p. 149). Les groupements d'éboulis mouvants, de pelouses écorchées de bords de ruisseaux offrent les mêmes homologies.

Si les affinités que présentent les flores de la Cordillère bétique et des Atlas sont indiscutables, il est infiniment plus difficile de dater ces affinités. Il est vrai que la quasi totalité des espèces qui s'y rencontrent appartiennent à des taxa méditerranéens et se trouvent en place depuis une date très reculée; les genres endémiques, *Erinacea* et *Pseudocytisus*, spéciaux aux garrigues altimontaines, en sont la preuve. Cependant, si les constituants de ce type de végétation doivent être considérés comme appartenant à l'ensemble pré-glaciaire, il est bien souvent difficile de préciser leur lieu d'origine. La surrection astienne, tant névadéenne qu'atlasique, a permis l'individualisation de types orophiles à partir de types moins spécialisés préexistants; la mise en communication des flores bétique et atlasique a certainement permis des échanges réciproques entre les flores de ces sommets, si affines au point de vue écologique et climatique; aussi, pour ne prendre que les types les plus représentatifs : *Alyssum spinosum*, *Erinacea*, *Cytisus purgans* accusent plus probablement une origine bétique; *Arenaria pungens*, *Pseudocytisus*, *Bupleurum spinosum*, *Retama*, *Adenocarpus*, au contraire sont sans doute atlasiques. D'autres espèces enfin, nous le verrons, attestent d'une origine méditerranéenne orientale (*Astragalus* sous-frutescents, *Jurinea* en particulier). Il faut donc considérer la flore des garrigues altimontaines atlasique ou espagnole comme constituée par un ensemble très hétérogène mettant en contact des types écologiquement adaptés mais de provenances diverses (cf. encore, p. 412).

CARTE 12.
Aire de *Eryngium glaciale* (en noir)
et de *Leucanthemum arundanum* (+)

Un autre aspect du problème des espèces bético-atlasiques est l'existence d'un nombre important d'espèces communes à la Sierra Nevada et aux massifs sud-espagnols et à la Cordillère rifaine. Alors, en effet, que la majeure partie des espèces bético-atlasiques signalées plus haut fait défaut sur le Rif, d'autres espèces sont bético-rifaines exclusives. Nous en avons donné la liste p. .

Il convient, en effet, de remarquer que la flore atlasique présente plus d'affinités avec la flore de la Cordillère bétique calcaire qu'avec celle de la portion cristalline ou schisteuse de ce massif qui elle, est très affine de la flore rifaine. La géologie permet d'expliquer cette apparente anomalie. Les types calcifuges orophiles nevado-rifains représentent la flore différenciée sur les sommets du massif cristallin méditerranéen occidental. Les types calcicoles bétique et atlasique

sont, au contraire, entrés en contact par les plissements néogènes nés sur l'emplacement du géosynclinal mésozoïque. Ces considérations plaident encore en faveur de l'individualisation floristique d'un sous-domaine altimontain sud-béticorifain.

Voici d'ailleurs à titre d'exemple, l'aire de distribution d'une espèce calcifuge nevado-rifaine *(Eryngium glaciale)* et d'une espèce bético-atlasique calcicole *(Leucanthemum arundanum)*.

Alors que la première espèce est localisée sur les sommets schisteux de la Sierra Nevada ou du Rif, la seconde (cf. en part. J. CUATRECASAS, Cavanillesia, 1928) existe dans les localités suivantes :

— en Espagne : Sierra de Aïtana, Sierra de Magina, Sierra de la Nieve;

— dans le Rif méridional : J. Azrou (var. *acutiflorum*);

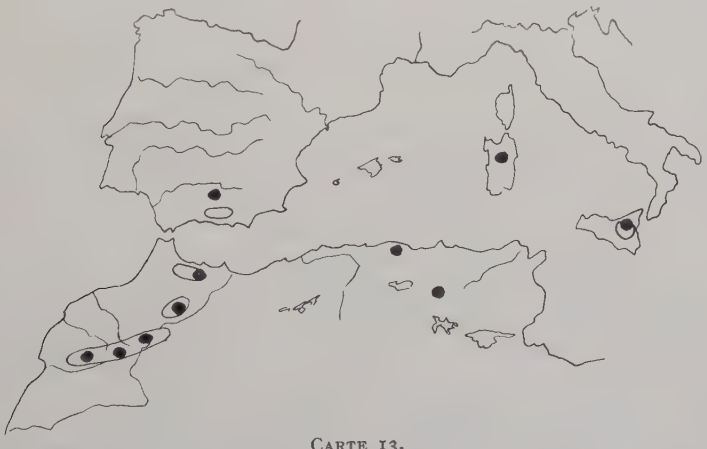
— dans le Moyen Atlas oriental : J. Bou Iblane et Bou Naceur;

— sur le Haut Atlas oriental : depuis l'Ayachi jusqu'au Tizi n'Tichka (var. *acutiflorum*, *Mairei* et *minutum*).

Il n'est pas douteux que c'est par la voie indiquée par les localités résiduelles de *Ch. arundanum* que s'est effectuée la majeure partie des échanges entre les flores bétique et atlasique.

### 4° LES OROPHYTES SPÉCIAUX AU REVERS MÉRIDIONAL DU BASSIN MÉDITERRANÉEN ORIENTAL.

Ils sont peu nombreux mais occupent une importance considérable du point de vue biogéographique; ils traduisent, en effet, la réalité d'une communication entre les flores orophiles atlasique et bétique d'une part, sud-italienne de l'autre.



CARTE 13.
Aire de *Astragalus Boissieri* et de *Vicia glauca* (•).

L'exemple le plus remarquable est fourni par *Astragalus Boissieri* assez caractéristique des garrigues à xérophytes épineux des Atlas marocains, de la

Sierra Nevada et de la Sicile. *Vicia glauca*, en est un autre, mais cette espèce est représentée dans la plupart de ses localités par des variétés spéciales :

| | |
|---|---|
| Espagne . . | Sierra de Cazorla; var. *giennense* |
| Maroc . . . | Rif : var. *rifana* |
| | Moyen Atlas oriental : var. *mesatlantica* |
| | Haut Atlas oriental : var. *ayachica* |
| | Andromeur : var. *anremerica* |
| | Haut Atlas central et occidental : var. *rerayensis* |
| Algérie . . . | Djurdjura : var. *montisferrati* |
| | Aurès : var. *aurasiaca*. |
| Sicile et Sardaigne : var. ? | |

La mise en place de ces espèces est probablement pré-glaciaire.

## LES TAXA-MÉDITERRANÉENS ORIENTAUX

Les rapports de la flore des hautes montagnes nord-africaines avec celle des montagnes du proche Orient sont très étroits, beaucoup plus que ne l'avaient déjà supposé Battandier et Maire. Ces constatations confirment entièrement les idées déjà émises par Engler à la fin du siècle dernier (1879).

Il est vrai que le nombre d'espèces communes à la flore orophile atlasique et proche asiatique n'est pas très considérable; mais l'examen, même superficiel, de leur flore amène très vite à dégager un nombre considérable d'espèces dont les affinités sont très étroites, soit qu'il s'agisse d'unités taxonomiques communes (variétés ou sous-espèces) aux montagnes nord-africaines et proche orientales, soit, le plus souvent, qu'il s'agisse d'espèces bien tranchées, mais accusant d'indiscutables affinités d'origine. Toutes ces espèces représentent des types anciens correspondant à la flore pré-glaciaire de ces massifs ou individualisés par elle.

D'une façon quasi certaine, à peu près toutes ces espèces dérivent de souches montagnardes du proche Orient répandues progressivement sur tous les massifs montagneux de la mésogée tertiaire; ces espèces ont de la sorte atteint la région bétique, les Atlas et même les îles Canaries.

Si la communauté d'origine de la majeure partie de la flore oro-méditerranéenne au sens le plus large paraît indiscutable (cf. *infra*), le haut degré de spécialisation de cette flore se traduit sur tous les sommets qu'elle colonise par divers traits : une similitude physionomique importante, caractérisée surtout par la prédominance de certaines familles ou de certains genres : Légumineuses, Crucifères, Composées, Astragales, Buplévres; la tendance très accusée à l'endémisme par disjonction géographique. Le caractère archaïque de cette flore est évident et est souligné sur le plan caryologique par la simplicité du caryotype de la plupart de ces espèces (cf. p. 440). La spécialisation écologique de toutes ces espèces, si l'on exclut la faible part de types mésophytiques, est conditionnée par deux séries principales de facteurs : l'adaptation à des

substrats à peu près exclusivement caillouteux soumis à d'intenses phénomènes de gélivation et de solifluxion (périglaciaires) ; la faculté de supporter pendant toute la durée de la végétation des écarts thermiques nycthéméraux très élevés, parfois plus de 50° au sol, et de s'adapter à un régime hydrique estival très déficitaire. Or, les documents paléoclimatiques montrent aujourd'hui que sur les Atlas, par exemple, même au cours des périodes pluviales, le type d'érosion et les phénomènes péri-glaciaires n'étaient pas très différents de ce qu'ils sont à l'heure actuelle; les écarts nycthéméraux de température étaient certainement considérables, les étés probablement relativement secs. La permanence du type de flore actuel est donc très probable, au moins sur la partie méridionale des hautes montagnes méditerranéennes; la résistance au froid de la flore oro-méditerranéenne est, en effet, sûrement aussi élevée que celle de la flore alpine actuelle; n'oublions pas que sur l'Atlas, *Gentiana tenella* et *Platycapnos saxicola* ou *Arenaria pungens* poussent à quelques mètres de distance et que sur la Sierra Nevada *Ranunculus glacialis* et *Gnaphalium supinum* voisinent avec *Holcus caespitosus, Eryngium glaciale* et *Alyssum spinosum.*

De toute façon, l'analogie des facteurs écologiques depuis au moins le tout début du Quaternaire permet de comprendre les affinités que présentent encore à l'heure actuelle les flores des divers massifs montagneux méditerranéens.

Il paraît possible de réunir en trois groupes distincts, les taxa oro-méditerranéens orientaux qui ont atteint les montagnes nord-africaines.

— Le premier, de très loin le plus important, comprend les espèces dont le centre de dispersion est l'Asie moyenne ou le proche Orient et qui ont gagné l'Afrique du Nord par la bordure sud de la Méditerranée. Leurs vestiges se rencontrent surtout en Asie Mineure — parfois en Crête et en Grèce méridionale — exceptionnellement en Italie méridionale et dans les îles Tyrrhéniennes — en Afrique du Nord. Elles ont donc emprunté comme voie de passage la zone individualisée par R. Jeannel sous le nom d'Egéide méridionale.

— Le second beaucoup plus réduit a, par contre, son centre de dispersion dans la région sarmatique et la péninsule balkanique; les espèces qui s'y rattachent en Afrique du Nord paraissent avoir suivi la chaîne pyrénéo-provençale et avoir pénétré en Afrique du Nord après s'être épanouies surtout dans la région bétique.

— Le troisième, sans doute beaucoup plus récent, comprend quelques espèces ou quelques taxa développés surtout dans les Balkans et le Sud de la péninsule italique qui ont atteint les montagnes de Numidie, mais non les Atlas marocains.

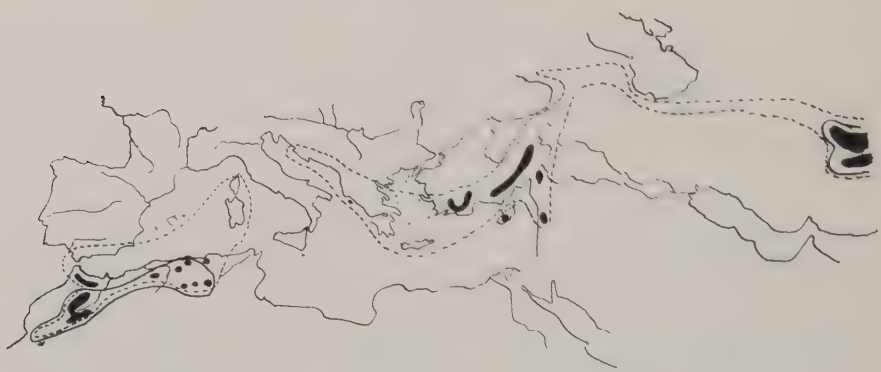
### 1° LES TAXA ORO-MÉDITERRANÉENS ORIENTAUX MÉRIDIONAUX.

Parmi ce groupe, il existe peu d'espèces spéciales à la zone altimontaine qui soient communes à la fois aux Atlas et à l'Orient. C'est le cas pour quelques

espèces arbustives dont l'aire de répartition se superpose sensiblement à celle que présente à l'heure actuelle le genre *Cedrus :* (en noir sur la carte 14)

*Prunus prostrata* (pointillés sur la carte 14)
*Fraxinus xanthoxyloides* (traits continus sur la carte 14)
*Cotoneaster nummularifolia.*

*Prunus prostrata* appartient (KURT) à la section *Amygdalocerasus* du sous-genre *Cerasus* groupant 13 espèces sur les montagnes de Perse, de l'Himalaya et de la Chine méridionale. Seul *Prunus prostrata* a atteint l'Afrique du Nord.



CARTE 14.

Cette espèce existe encore en Espagne méridionale, en Corse, en Sardaigne, dans les Balkans, l'Asie Mineure, le Caucase, la Perse et l'Himalaya (cf. RIKLI, p. 481) son aire de répartition se superpose à peu près exactement à celle du genre *Cedrus*.

*Fraxinus xanthoxyloides :* espèce très isolée (cf. WENZIG, 1883), est commune à l'Afrique du Nord dans sa var. *dimorpha* et à la chaîne de l'Himalaya.

*Cotoneaster nummularia* se rencontre également en Afrique du Nord, l'Italie méridionale, la Sicile, la Crête, le proche Orient.

Il faut signaler encore le cas remarquable de *Festuca Yvesii* (cf. de LITARDIÈRE, 1935) dont l'aire très disjointe occupe :

var. *eu-Yvesii* : Pelouses culminales des Atlas marocains
var. *Lipskii :* : Montagnes du Turkestan.

*Scutellaria orientalis* en diverses variétés est répandu depuis la Perse jusqu'en Croatie; commune sur toutes les montagnes du proche Orient, elle a même atteint le sud de l'Oural. Elle est représentée en Espagne par la var. *hispanica* et sur les Atlas par les variétés *demnatensis* et *porphyrantha*. *Silene Boryi* est commun aux Atlas, au Sud ibérique, au Liban et à la Perse.

Les *Berberis* méditerranéens (cf. RIKLI, V, p. 474) appartiennent également à ce groupe. Mais ici, les disjonctions d'aire ont entraîné l'individualisation d'espèces distinctes.

| | |
|---|---|
| *B. hispanica* . . . . . | Espagne méridionale, Maroc, Algérie. |
| *B. aetnensis* . . . . . | Corse, Sardaigne, Cicile, Calabre. |
| *B. cretica* . . . . . | Grèce, Crête, Chypre, Liban. |
| *B. crataegina* . . . . . | Asie Mineure, Perse. |

Au contraire, si l'on envisage les espèces endémiques atlasiques, on est frappé par le nombre considérable de celles-ci qui constituent en Afrique du Nord, les vicariantes d'espèces du proche Orient méditerranéen : au moins 25 sur une liste de plus de 150 espèces et au fur et à mesure que les affinités systématiques des endémiques atlasiques seront mieux connues, il n'est pas douteux que cette liste s'allongera encore considérablement. Si l'on considère que la majeure partie des endémiques atlasiques se sont différenciées à partir d'éléments autochtones, il convient de remarquer que cette liste est plus longue par exemple que celle des endémiques appartenant à des taxa mésogéens occidentaux.

En voici quelques exemples :

Carte 15.

En noir : *Erigeron* de la section *Brachyglossae*. (+) Localités principales de *Silene Boryi*.
En blanc : *Cicer* de la section *arietinum*. (⊙) Espèces du genre *Mattia*.

Les *Erigeron* orophiles des Atlas marocains appartiennent (cf. Vierhapper 1905) à la section *Brachyglossae* représentée, en plus des deux espèces marocaines, par cinq espèces orophiles.

| | |
|---|---|
| *E. Asabdarensis* . . . . . | des montagnes de la Perse septentrionale |
| *E. orientalis* . . . . . | des montagnes de la Perse septentrionale |
| *E. pycnotricha* . . . . . | des Monts du Taurus et du Liban |
| *E. isaurica* . . . . . | d'Asie Mineure |
| *E. nevadensis* . . . . . | de Sierra Nevada. |

Les espèces nord-africaines sont, rappelons-le : *E. Mairei* du Haut Atlas et *E. celerieri* du Moyen Atlas oriental.

Toutes ces espèces accusent des affinités étroitement orophiles et sont localisées au-dessus de 2 600 m. Cette section fait défaut sur les montagnes de Crête et de Numidie. Les *Erigeron* orophiles atlasiques appartiennent donc à un taxon typiquement oro-méditerranéen et ne doivent en aucune façon, être considérés comme les vicariants des *Erigeron* alpins, *E. uniflorus* en particulier auquel ils ressemblent beaucoup. Cette dernière espèce appartient à la

section *Monocephali* qui n'a pas atteint les Atlas, mais qui est, par contre, représentée en Sierra Nevada par *E. frigidus*. Une espèce isolée sur les montagnes d'Abyssinie *(E. abissinicus)* présente également des affinités assez étroites avec les *Erigeron* orophiles appartenant à la section *Brachyglossae*.

Les Silene vivaces de la section *auriculatae* constituent eux aussi un remarquable exemple de taxa oro-méditerranéen ayant son centre de développement sur les montagnes du proche Orient.

Cette section est représentée sur les Atlas par trois espèces :

*S. mesatlantica* surtout répandue sur les Atlas calcaires
*S. dyris* surtout répandue sur le Haut Atlas cristallin
*S. Guinetii* du Haut Atlas oriental.

Les deux premières espèces font partie du groupe d'espèces à feuilles oblongues représenté dans le proche Orient par au moins 7 espèces : *S. palinotricha, S. persica, S. Negeri, S. brevicaulis* de Perse; *S. Caucasica* du Caucase, *S. depressa* de Transcaucasie; *S. Porteri* d'Arménie; *S. Guinetii*, espèce découverte en 1952 appartient, par contre, au groupe d'espèces à feuilles spathulées représenté par plusieurs espèces de l'Himalaya et par *S. microphylla* de Perse septentrionale.

La répartion de ces espèces est parallèle à celle de *Silene Boryi* (cf. Carte N° 15) chez qui la disjonction d'aire a entraîné seulement l'individualisation de variétés vicariantes.

Les Silene de la section *auriculatae*, ont individualisé sur les montagnes européennes, une seule espèce : *S. vallesia*, des Apennins, Dalmatie et des Alpes méridionales, qui doit être regardée comme une relicte pré-glaciaire réfugiée aujourd'hui sur les rochers calcaires de ces massifs.

Un autre exemple remarquable est fourni par les espèces vivaces du genre *Cicer* appartenant à la section *Arietina*. Trois espèces appartenant à ce taxon végètent dans les éboulis culminaux de haute montagne méditerranéenne. Ce sont : *C. atlanticum* rare espèce atlasique localisée au-dessus de 3 000 m dans les pierriers granitiques du Haut Atlas occidental et central. *C. cryoides* plus largement répandu en Grèce (Parnasse) en Crête, en Asie Mineure (Taurus), en Arménie et sur les chaînes du Liban. *C. minutum* du massif de l'Elbourouz.

*Dracocephalum Renati* répandu, quoique localisé, sur tous les hauts sommets des Atlas calcaires appartient à la sous-section *Stenodracontium* dont les espèces, à anthères glabres dont il fait partie sont :

*D. setigerum* d'Arménie
*D. Kotschyi* de Perse septentrionale
*D. multicaule de* Perse et Arménie.

Les *Asperula* du groupe *sordidae* de la section *cynanchica* offrent un exemple analogue, elles sont représentées par quatre espèces en Grèce et dans le proche Orient : *A. lutea* de Grèce, *A. microphylla* de Perse, *A. tenuifolia* et *A. stricta* du Taurus et de Cilicie et une sur les Atlas : *A. Litardierei :* J. Bou Naceur et Ayachi. Toutes ces espèces sont localisées dans les éboulis culminaux mouvants des massifs où elles croissent.

Le rôle de massif-refuge joué par le J. Bou Naceur, déjà signalé à propos des taxa pyrénéo-atlasiques, se retrouve également pour les taxa mésogéens orientaux. En effet, à côté de l'espèce précédente, de séjours au cours des années 1953 et 1954 nous y ont fait découvrir deux espèces nouvelles accusant d'indiscutables affinités avec des espèces mésogéennes orientales. *Minuartia Mairei* est le seul représentant nord-africain de la série *Heldreichianae* (cf. MATTFELD) représentée dans le proche Orient par *M. Heldreichiana* d'Asie Mineure, d'Arménie et de Perse; *M. Pontica* d'Asie Mineure; *M. subuniflora* du Caucase. De même *Helichrysum Raynalianum*, espèce orophile caractéristique des combes à neige de la haute vallée du Chegg el Ard est très affine de *H. lavandulaefolium* des montagnes d'Arménie.

D'autres espèces atlasiques appartiennent encore à des taxa méditerranéens orientaux. Tel est le cas en particulier pour *Papaver rupifragum* (Atlas et Espagne méridionale, 3 variétés), vicariant des *P. ramosissimum*, *P. oreophilum*, *P. lateritium* d'Arménie ou du Kurdistan et de *P. monanthos* du Caucase.

Tel est le cas encore pour *Potentilla Tornezyana* affine de *P. monanthos* de l'Himalaya occidental, pour *Agropyrum festucoides* et *A. Taurii*, pour les *Draba* de la section *aizoopsis* dont l'espèce ibéro-mauritanienne *D. hispanica* trouve son homologue en Crête *(D. cretica)* en Grèce et en Anatolie *(D. parnassica)* et en Corse *(D. Loiseleurii)*. C'est encore ici qu'il faut signaler les grandes ressemblances existant entre *Draba hederefolia* unique représentant de la section *Helicodraba* et *Graellsia saxifragefolia* genre mono-spécifique des montagnes de Perse méridionale aux affinités incertaines, distinct du genre *Draba* par les valves de ses silicules sans nervures mais dont la similitude morphologique avec *D. hederefolia* est trop considérable pour être imputée au hasard.

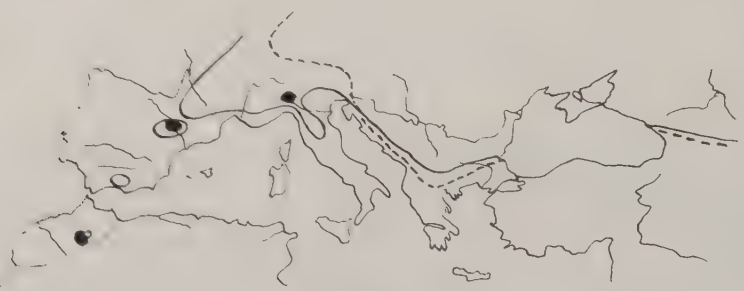
Il faut encore citer parmi les taxa méditerranéens orientaux le cas de plusieurs genres orophiles qui sont représentés dans le bassin méditerranéen occidental par un nombre réduit d'espèces alors qu'ils présentent un grand développement dans le bassin méditerranéen oriental et le proche Orient. Citons : *Aethionema*, *Isatis*, *Pimpinella*, *Daphne*, *Jurinea* (cf. EMBERGER, 1949).

Sur les montagnes de Numidie, les espèces appartenant à ce groupe biogéographique sont rares; nous envisagerons plus loin le cas de *Crepis Faureliana*; il faut cependant citer sur les crêtes du Djurdjura la présence de *Mattia gymnandra* unique représentant nord-africain et méditerranéen occidental de ce genre représenté par une dizaine d'espèces dans le proche Orient et en particulier par *M. graeca* de Grèce; *M. caespitosa* d'Arménie et de Perse septentrionale. De tous les genres orophiles mésogéens orientaux présents en Afrique du Nord, *Mattia* est le seul qui n'ait pas atteint les Atlas marocains.

### 2° LES TAXA ORO-MÉDITERRANÉENS ORIENTAUX SEPTENTRIONAUX.

Ils sont beaucoup moins nombreux, mais n'en présentent pas moins un intérêt considérable.

Quelques espèces appartiennent au sous-élément sarmatique (Braun-Blanquet) ou pontique (Drude), dont le berceau est le pourtour septentrional et occidental de la mer Noire et dont la dissémination en Europe continentale paraît remonter aux périodes sèches pliocènes. Leur immigration en Afrique du Nord est certainement pré-glaciaire et s'est effectuée par l'Europe et la région bético-rifaine. La tendance à l'endémisme des types qui s'y rattachent est très faible.



Carte 16.
Aire des *Aster* du groupe *Amellus* (en traits pleins)
et de *Eremopyron cristatum* (pointillés et taches noires).

On peut rapporter à ce sous-élément sarmatique :

*Stippa pennata*
*Eremopyrum cristatum*
*Haynaldia villosa*
*Lappula barbata*
*Onosma fastigiatum*
*Carex nitida*
*Seseli Libanotis.*

La plupart de ces espèces figurent parmi les raretés de la flore atlasique : *Haynaldia villosa* n'a été rencontrée que dans la vallée du n'Fiss (Ball) et accidentellement (?) sur le littoral algérien ; *Eremopyrum cristatum* est localisé sur le revers sud du Moyen Atlas au contact des steppes de la Moulouya. Cette espèce existe encore (cf. Carte N° 16) en Espagne dans les steppes gypseuses de l'Aragon, en Italie septentrionale, dans la partie nord de la péninsule balkanique, en Russie méridionale, en Transcaucasie et en Sibérie occidentale. *Carex nitida* ne se rencontre qu'en quatre localités des Atlas calcaires : Rhat, m'Goun, Bou Naceur, Tichchoukt.

Un autre exemple remarquable est fourni par les *Aster* de la section *Amellus : Aster amellus* est largement répandu depuis l'Asie occidentale jusqu'aux Pyrénées. Il est représenté en Espagne par *A. Wilkommii* d'Aragon, de Catalogne et de la Cordillère bétique (var. *discoideus*) et au Maroc par *A. Pujosii*, espèce que nous avons découverte sur le J. Bou Naceur en 1953.

D'autres espèces, au contraire, ont trouvé leur origine plus spécialement sur les sommets des montagnes balkaniques ou proche orientales, se sont épandues sur l'Apennin et sur les Pyrénées et ont atteint secondairement, encore par l'intermédiaire de la Cordillère bétique, les sommets des Atlas.

Un des cas les plus démonstratifs est celui des *Geranium* de la section *suba-*

*caulis* Boiss. Une espèce : *G. cinereum* se retrouve sur les vestiges des vieux massifs tertiaires du pourtour méditerranéen septentrional (Carte N° 17).

CARTE 17.
En traits pleins : *Geranium* de la section *sub-acaulis*.
En noir : aire de *Gentiana pyrenaica*, *G. Boryi* et *G. atlantica*.

— L'Arménie et l'Anatolie
— La Grèce (mont Taygète)
— L'Apennin central
— Les Pyrénées.

D'autres types se sont secondairement individualisés à partir de cette espèce. Ce sont : la ssp. *nanum* sur les Atlas
*G. sub-argenteum* sur la Cordillère cantabrique
*G. argenteum* sur le revers méridional des Alpes.

La localisation actuelle de l'espèce *cinereum* sur l'axe Caucase-Asie-Mineure-Pyrénées, qui laisse en dehors de son aire toute la chaîne des Alpes, est loin d'être unique. Les *Saxifrages* de la section *Mediae*, les *Gesneriacées* Pyrénéo-balkaniques *(Ramonda)* en offrent entre autres un exemple bien connu ; mais ces plantes n'ont pas atteint les Atlas. L'arrivée de *G. cinereum* ssp. *nanum* est probablement contemporaine de la dernière surrection atlasique ; dans ce groupe assez plastique en effet, la discrimination du type atlasique n'a atteint que le rang de sous-espèce. Son immigration par la voie de la péninsule ibérique est très probable, bien qu'il n'existe pas de station-relais en Espagne ; *Geranium cinereum* pourrait être arrivé au Maroc avec le contingent des espèces pyrénéo-atlasiques.

Un cas comparable est celui que fournissent les Gentianes de la section *Chondrophylla*. Celle-ci est représentée en Europe par deux taxa dont un seul nous intéresse ici. C'est le groupe des espèces *pyrenaica, Boryi, atlantica*. L'espèce la plus répandus est *G. pyrenaica* qui existe sur le Caucase, en Arménie, en Bulgarie, sur les Carpathes et sur les Pyrénées, c'est-à-dire sur un territoire très semblable à celui qu'occupe *Geranium cinereum*, mais légèrement décalé vers le Nord. Cette minuscule plante qui végète dans les prairies humides de l'étage alpin est représentée sur la Sierra Nevada et sur les Atlas par deux espèces encore plus exigües très affines qui caractérisent respectivement les pelouses humides (UDO-NARDETALIA) à l'étage culminal de ces deux massifs. Ce sont :

*Gentiana Boryi* en Sierra Nevada
*Gentiana atlantica* sur le Haut Atlas.

Ici, la voie d'immigration par la péninsule ibérique est connue avec certitude, puisque une étape est marquée en Sierra Nevada.

Bien que peu nombreux, les oréophytes méditerranéens orientaux arrivés sur les Atlas par le revers septentrional de la Méditerranée, ne font pas défaut d'une façon absolue. Ils sont toutefois beaucoup plus répandus en Espagne méridionale.

Il convient de signaler ici les remarquables cas d'évolution parallèle que présentent les taxa oro-méditerranéens orientaux dans le peuplement respectif des montagnes bétiques et atlasiques. Parmi les espèces caractéristiques des garrigues à xérophytes épineux existent en particulier sur l'Atlas et la Sierra Nevada, deux espèces d'Astragales sous frutescentes morphologiquement très affines et possédant la même signification phytosociologique. Ce sont :

Carte 18.

— Sur l'Atlas : *Astragalus Ibrahimianus ;*
— Sur la Cordillère bétique : *Astragalus nevadensis.*

Or, malgré les affinités que présentent ces deux espèces, tant dans leur aspect, que dans leurs exigences écologiques, elles ne présentent que de lointaines affinités du point de vue taxonomique.

*Astragalus Ibrahimianus* appartient au sous-genre *Cercidothrix*, section *melanocercis* dont les espèces les plus voisines végètent toutes dans l'Egéide méridionale (en noir sur la carte 18) :

| | |
|---|---|
| *A. Hermoneus* . . . . . | Liban |
| *A. Tymphresteus* . . . . . | Aetolie |
| *A. gymnolobus* . . . . . | Anatolie |
| *A. angustifolius*. . . . . | Olympe, Crête, Taurus, Liban. |

*Astragalus nevadensis* au contraire, appartient au sous-genre *Calycophysa* section *poterium* ; les espèces les plus affines sont (en traits pleins sur la carte 18):

| | |
|---|---|
| *A. sempervirens*. . . . . | Alpes méridionales |
| *A. Parnassi* . . . . . | Macédoine |
| *A. thracicus* . . . . . | Bulgarie, Macédoine, Thrace. |

Ce groupe d'espèces est donc localisé dans les Balkans, sur les vestiges de l'Egéide septentrionale et s'est répandu en suivant l'axe des Alpes et des Pyrénées, où il occupe actuellement des stations xérothermiques, jusqu'à la Sierra Nevada.

Cette colonisation de milieux homologues sur la Cordillère bétique et sur les Atlas par des taxa parallèles respectivement Egéidiens septentrionaux et méridionaux, sans être la loi générale, paraît cependant relativement fréquente. Un autre exemple est fourni par les *Crepis* vivaces colonisant les éboulis culminaux bétiques et atlasiques :

*Crepis oporinoides* dans le sud de l'Espagne
*Crepis Hookeriana* des Atlas, dont il faut rapprocher *C. Faureliana* de l'Aurès.

Ces espèces, écologiquement, phytosociologiquement et physionomiquement vicariantes, appartiennent à des sections différentes et n'ont, du point de vue taxonomique, aucun rapport (cf. Babkock, 1947).

*Crepis Hookeriana* et *C. Faureliana* appartiennent à la section *Macropodes* représentée dans le sud de la Grèce, en Asie-Mineure, au Liban, en Perse et même sur les montagnes d'Abyssinie par une dizaine d'espèces. Le centre de dispersion de la section paraît être l'Egéide méridionale où se rencontrent : *C. armena, C. pinatifida, C. Bithynica, C. Schlachtii* et *C. robertioides. C. oporinoides* appartient à la section *Berinia* et paraît dériver d'espèces européennes (*C. biennis* en part.). Ses affinités avec des espèces égéidiennes septentrionales *(C. albanica)* sont probables.

Signalons également le cas du genre *Marrubium* où un taxon septentrional est représenté par :

*M. velutinum* des Balkans
*M. incanum (M. candidissimum)* de Croatie, des Apennins et de la Sierra Nevada
*M. Ayardi* et *M. africanum* des Atlas.

Le taxa méridional au contraire est constitué par :

*M. propinquunum* de Perse septentrionale
*M. leonuroides* du Caucase
*M. multibracteatum* des Atlas.

Toutes ces espèces possèdent sensiblement la même signification écologique.

3° Quelques orophytes méditerranéens enfin, isolés en Afrique du Nord sur les montagnes de Numidie, appartiennent à des types localisés sur les montagnes de l'Italie méridionale, et de Sicile, des Balkans et de la proche Asie-Mineure. (Carte N° 19.)

Bien que peu nombreuses, ces espèces n'en présentent pas moins un intérêt considérable, car elles traduisent la possibilité d'échanges relativement récents entre la Numidie et l'Europe méridionale. En effet, toutes ces plantes appartiennent à des espèces présentes à la fois en Afrique du Nord et en Italie méri-

Carte 19.

dionale; elles n'ont individualisé sur le Djurdjura, par exemple où elles sont le mieux représentées, aucun type micro-endémique particulier. Ce sont :

*Saponaria sicula* (= *S. depressa)*
*Scabiosa crenata*
*Sedum magellense*
*Campanula (Podanthum) trichocalycina.*

*Saponaria sicula* est commune aux montagnes de Numidie, Djurdjura, Aurès, Babors et de Sicile. Elle appartient à un groupe d'espèces très affines : (en noir sur la carte 19).

*S. Haussknechti* et *S. intermedia* de Grèce
*S. pamphylica* d'Asie Mineure
*S. Cypria* de Chypre.

*Scabiosa crenata* existe sur les hautes montagnes de Numidie, en Sicile, en Italie méridionale, en Dalmatie, dans les îles Ioniennes et en Grèce nord-occidentale (en pointillés sur la carte 19).

*Sedum magellense* a été signalé du Djurdjura, de l'Apennin central, de Dalmarie, de Grèce, de Crête et de la proche Asie-Mineure.

*Campanula trichocalycina* possède une aire de répartition sensiblement analogue.

La présence de toutes ces espèces sur les montagnes de Numidie paraît donc traduire la possibilité d'échanges relativement récents avec la flore sud-européenne. Il est, en effet, remarquable qu'aucune d'entre elles n'ait atteint les Atlas marocains, alors que, nous l'avons vu, les nombreux orophytes atlasiques de souche mésogéenne orientale pré-glaciaire font presque tous défaut sur les montagnes de Numidie. Les deux qui s'y rencontrent : *Crepis Faureliana* et *Mattia gymnandra* accusent un haut degré d'individualité.

D'ailleurs, comme le montrera l'étude des taxa eurasiatiques, plusieurs orophytes européens qui ont atteint les montagnes de Numidie au cours des périodes glaciaires font également défaut sur les Atlas marocains et ont certainement pénétré en Afrique du Nord par l'intermédiaire de la péninsule italique ou des îles Tyrrhéniennes.

L'étude de la flore sylvatique et planitaire numidienne fournit également de nombreux exemples de ces échanges relativement récents.

4° Il faut faire une place spéciale à un très petit nombre d'espèces orophiles

atlasiques présentant d'indiscutables affinités avec d'autres espèces localisées aujourd'hui sur les montagnes canariennes.

Le cas le plus remarquable est fourni par le genre *Monanthes* représenté par une espèce atlasique : *M. atlantica* Ball. = *Sedum atlanticum* (Ball) Maire = *S. surculosum* Coss., et une douzaine d'espèces canariennes. La plante atlasique comme le fait remarquer Froderstrom (1930) est, en effet, beaucoup plus proche des *Monanthes* canariens que de la section *Monanthoides* Batt. et Trab. du genre *Sedum* où elle a été rangée. Il faut d'ailleurs remarquer que cette espèce se rencontre sur l'Atlas occidental et central, c'est-à-dire dans la portion de la chaîne la plus proche du littoral marocain où les influences macaronésiennes se font sentir.

Les affinités entre les flores orophiles canariennes et atlasiques peuvent également se retrouver par la présence sur les îles atlantiques de Saxifrages appartenant au groupe des *Dactyloides* et au même taxon que *S. pedemontana*. Tel est le cas pour *S. Maderensis* et *S. Portosanctana*.

Les Violettes du groupe *cenisia* (cf. Becker, 1906) sont également présentes sur les sommets de l'Atlas et du pic de Ténériffe; bien que ces deux espèces : *V. dyris* et *V. cheiranthifolia* soient systématiquement assez distinctes, elles appartiennent néanmoins à un rameau à feuilles crassulescentes et éperon court répandu également en Sierra Nevada et dans le proche Orient.

Les *Viola* du groupe *cenisia* offrent d'ailleurs également un remarquable exemple de distribution parallèle des taxa égéidiens septentrionaux et méridionaux.

Carte 20.

Le groupe méridional est représenté par (en noir sur la carte 20) :

*V. crassifolia* du Taurus
*V. fragrans* de Crête
*V. poetica* de Grèce centrale
*V. nevadensis* de la Sierra Nevada (= *V. crassiuscula)*
*V. dyris* du Haut Atlas
*V. Cheiranthifolia* de Ténériffe.

Le groupe septentrional possède 6 espèces (en traits pleins sur la carte 20) :

*V. minuta* du Caucase
*V. Allchariensis* et *V. Dörfleri* de Macédoine
*V. magellensis* des Apennins
*V. Valderia* des Alpes maritimes
*V. diversifolia* des Pyrénées.

Cet exemple est sensiblement superposable à celui des Astragales signalé plus haut. Toutefois ici, la lignée méridionale a atteint la Sierra Nevada et les îles Canaries.

Cette dernière constatation n'est pas sans intérêt; en effet, c'est de la transgression burdigalienne que date l'isolement des îles Canaries (cf. JEANNEL, 1942). La mise en place du taxon méridional devrait donc être antérieure à cette date. Le haut degré d'individualisation de l'espèce canarienne s'expliquerait par cette ségrégation très ancienne.

Il n'en reste pas moins vrai qu'à cette période des échanges de flore entre l'Atlas tertiaire et les îles macaronésiennes ont été possibles et ont joué dans les deux sens; le développement dans ces îles des genres *Cytisus, Adenocarpus, Ononis, Echium, Lavandula, Micromeria, Pterocephalus, Chrysanthemum,* possédant tous là de nombreuses espèces endémiques très individualisées, témoigne lui aussi en faveur d'anciennes communications avec le domaine mésogéen, mais aussi d'une intense ségrégation des genres isolés sur ces îles.

## LES TAXA AUTOCHTONES

Un nombre important d'orophytes nord-africains dérivent de taxa autochtones; ils représentent la flore qui s'est individualisée sur l'Atlas miocène.

Ces taxa sont de deux sortes :

— les espèces ou les groupes d'espèces présents sur l'ensemble des montagnes nord-africaines (orophytes mauritaniens);

— les espèces localisées sur une partie du système orographique nord-africain (endémiques atlasiques ou numides de souche mauritanienne).

### 1° LES OROPHYTES MAURITANIENS.

Ils ne sont pas très nombreux, nous en avons donné la liste, page 50.

Plusieurs d'entre eux se sont individualisés à partir d'espèces méditerranéennes ou oro-méditerranéennes; tel est le cas pour : *Agropyrum marginatum* probablement issu de *A. panormitanum;* toutefois, quelques-uns revêtent un haut degré de singularité; tel est le cas en particulier pour *Catananche caespitosa, Scorzonera pygmaea, Raffenaldia primuloides.* Ces deux premières espèces sont assez largement répandues sur les montagnes nord-africaines, surtout *Catananche* que BATTANDIER et TRABUT signalent également en Grèce, indication douteuse que nous n'avons pu confirmer. Caractérisées toutes deux par leur port en coussinets très denses appliqués au sol, elles représentent un des types les plus parfaits de l'adaptation des hémicryptophytes au climat des montagnes nord-africaines. *Raffenaldia primuloides* appartient à un genre endémique

mauritanien représenté encore par l'espèce *R. platycarpa* du Haut Atlas calcaire. *Raffenaldia* ne présente quelque affinité qu'avec le genre *Morisia* mono-spécifique *(M. hypogea)* de Corse et de Sardaigne; *Raffenaldia primuloides* existe sur les Atlas calcaires et sur les hauts plateaux algéro-marocains.

Le genre *Festuca* a fourni lui aussi plusieurs orophytes mauritaniens répandus à la fois sur les sommets des Atlas marocains et des montagnes de Numidie. Ce sont : *F. atlantica* (Haut Atlas calcaire, Djurdjura et Aurès, Atlas tellien

Carte 20 *bis*.
Aire de *Catananche caespitosa*.

algérien) et *F. deserti*. Cette espèce est représentée en Afrique du Nord par deux sous-espèces alticoles; ssp. *marocanna* du Haut Atlas, ssp. *aurasiaca* de l'Aurès et du Djurdjura, et par une sous-espèce planitaire : ssp. *Duriaei* du pré-Sahara algérien.

Il n'existe pas parmi les orophytes mauritaniens d'espèces localisées aux hautes altitudes, comme nous l'avons dit (P., 145) beaucoup d'entre elles descendent même dans la plaine; nous verrons plus loin que cette constatation n'est pas dénuée de signification.

### 2° LES ENDÉMIQUES.

De nombreux oro-endémiques numidiens et surtout atlasiques dérivent d'espèces ne présentant pas de grandes exigences du point de vue altitudinal; la liste en serait longue; contentons-nous de quelques exemples :

Le cas des *Alyssum* orophiles endémiques atlasiques est spécialement évocateur. Il existe en effet sur le Haut Atlas deux espèces d'*Alyssum* endémiques végétant sur les éboulis culminaux. Ce sont : *A. Flahaultianum* découvert par Emberger sur le sommet de l'Igdtet (3 500-3 600 m) et *A. Embergeri* que nous avons décrit du sommet de l'Ayachi (3 600-3 700 m). Ces deux espèces dérivent indubitablement de *A. montanum* dont elles représentent des types alticoles différenciés aux deux extrémités de la chaîne mégalatlasique.

De même *Veronica Chartoni*, espèce spéciale aux éboulis calcaires culminaux du Rhat et du m'Goun et de l'Andromeur accuse d'étroites parentés avec une espèce beaucoup moins alticole : *V. rosea; Raffenaldia platycarpa* dérive de *R. primuloides*.

Les *Lavandula* mégalatlasiques fournissent un exemple analogue *L. brevidens*, espèce du flanc méridional du Haut Atlas, dérive de *L. stricta*, répandue en particulier dans le Sahara algéro-marocain; *Thymus pallidus* est affine de *T. hirtus*; *Buffonia Strohli* et *B. Murbeckii* oro-endémiques atlasiques présentent leurs plus grandes affinités avec *B. mauritanica*, espèce largement répandue dans les régions montagneuses de l'Afrique du Nord.

Il convient également de remarquer que de nombreux endémiques atlasiques appartenant à des genres très polymorphes en Afrique du Nord sont localisés sur les Atlas à des altitudes relativement faibles; or les types orophiles appartenant à ces genres sont en général très différenciés et attestent d'une origine ancienne, certainement pré-glaciaire. Tel est le cas pour *Adenocarpus anagyrifolius* sur le Haut Atlas siliceux et *A. Bacquei* sur les Atlas sédimentaires; tel est encore le cas pour un *Retama* orophile mégalatlasique : *R. dasycarpa*, pour *Globularia Nainii*. Toutes ces espèces appartenant toutefois à la végétation orophile méditerranéenne ne dépassent guère l'altitude de 2 500 m. Il en est de même pour les endémiques atlasiques appartenant aux genres : *Amphinomia*, *Ononis*, *Erodium*, *Lavandula*, *Bupleurum*, *Nepeta*, *Stachys*, *Sideritis*. Ainsi, le genre *Bupleurum* est représenté sur le Haut Atlas par 6 espèces endémiques. Nous en donnons ci-dessous la liste avec leur amplitude altitudinale respective :

| | |
|---|---|
| *Bupleurum album* | 1 700-2 400 m |
| *Bupleurum Benoisti* | 1 700-2 700 m |
| *Bupleurum Antonii* | 2 600-3 000 m |
| *Bupleurum subspinosum* | 1 800-2 800 m |
| *Bupleurum lateriflorum* | 1 300-2 500 m |
| *Bupleurum Faurelii* | 2 000-2 600 m |

Sur ces six espèces une seule, extrêmement localisée d'ailleurs, n'existe pas au-dessous de 2 000 m et seule cette espèce dépasse l'altitude de 3 000 m.

Certains genres polymorphes sur l'Atlas marocain sont également instructifs à envisager. Il s'agit ici de genres ou de taxa absents ou à peu près des plaines environnantes; ceux-ci appartiennent également à l'élément atlasique autochtone pré-glaciaire. Tel est en particulier le cas pour :

- le genre *Campanula* avec 9 espèces;
- le genre *Carum* avec 5 espèces;
- le genre *Leucanthemum* avec 7 espèces;
- le genre *Phagnalon* sect. *Gnaphaliopsis* avec 4 espèces;
- le genre *Arabis* avec 6 espèces.

Le genre *Campanula* (cf. QUÉZEL, 1953) est représenté sur les Atlas par 9 espèces appartenant à la Sect. *Medium*, groupe des *triloculares*; ces 9 espèces se rapportent à plusieurs taxa, or, chacun de ces taxa groupe à la fois des espèces strictement orophiles et des espèces ou des types planitaires ou montagnards :

| | ESPÈCES OROPHILES | ESPÈCES PLANITAIRES |
|---|---|---|
| Taxon de *C. velata* . . | *C. velata* ssp. *mesatlantica* 2 000-3 000 m<br>*C. Vaillanti* : 2 300-3 000 m | *C. velata* ssp. *eu-velata* 1 000-1 800 m |
| Taxon de *C. saxifragoides*. . . . . | *C. saxifragoides* f. *latifolia* 2 000-2 900 m<br>*C. Sauvagei* : 2 500-2 700 m<br>*C. Guinochetii* : 2 500-3 300 m<br>*C. atlantis* : 3 000-3 360 m | *C. saxifragoides* fo. *typica* : 800-1 900 m |
| Taxon de *C. filicaulis*. . | 9 variétés orophiles endémiques des Atlas marocains | var. *Reboudiana* 600-1 500 m<br>var. *elata* 600-1 500 m |
| Taxon de *C. Embergeri*. | *S. Embergeri* ssp. *typica* 2 000-3 300 m | *C. Embergeri* ssp. *Schotteri* 1 700-2 100 m |

Il faut également remarquer que pour les trois premiers taxa, si les types orophiles sont localisés sur le Haut et le Moyen Atlas, les types planitaires, au contraire, se rencontrent tous sur les hauts plateaux oranais et dans le Maroc oriental. Nous verrons plus loin que des arguments caryologiques amènent à considérer précisément les types orophiles comme dérivés des types planitaires.

La section *Gnaphaliopsis* du genre *Phagnalon*, endémique du Haut Atlas représente un des éléments les plus caractéristiques de la flore de ce massif; elle possède quatre espèces :

CARTE 21.
En noir, variétés orophiles et, en traits verticaux, variétés planitaires de *Campanula filicaulis*.

— *Phagnalon iminouakense* est localisé entre 1 800 et 2 400 m dans quelques rares localités du m'Goun et du J. Rhat;

— *Phagnalon platyphyllum* existe entre 2 000 et 2 800 m dans une dizaine de stations du Haut Atlas de Marrakech;

— *Phagnalon Embergeri* est signalé dans deux sous-espèces du Haut Atlas oriental et du Haut Atlas mésatlasique (2 000-2 900 m);

— *Phagnalon helichrysoides* enfin se rencontre sur toute la chaîne entre 2 500 et 3 300 m.

Toutes ces espèces sont des rupicoles exclusives. Les trois premières étroitement localisées présentent tous les caractères de types archaïques: elles sont nettement moins alticoles que la quatrième espèce beaucoup plus largement répandue; elles n'existent que dans quelques localités disjointes et ne présentent aucune tendance à la variabilité: l'aire de *Ph. heliosyrsoides* par contre est continue, et cette espèce présente sur les Atlas une importante plasticité morphologique. Tout permet de considérer cette dernière espèce comme d'origine plus récente et mieux adaptée au climat actuel de la chaîne atlasique.

Il faut encore remarquer que *Ph. iminouakense* (cf. P. ) appartient à une association rupicole localisée dans quelques gorges étroites du Haut Atlas de Demnat, où il végète aux environs de 2 000 m en compagnie d'autres types archaïques tout aussi étroitement localisés que lui : *Campanula Embergeri* ssp. *Schotteri* et *Carum iminouakense*. Cette dernière espèce constitue d'ailleurs le type le moins alticole des *Carum* endémiques atlasiques.

Carte 22.

La section *Gymnocyanus* Maire du genre *Centaurea* endémique des montagnes sud-marocaines possède trois espèces dont une *C. takredensis*, orophile (m'Goun), une *C. atlantica* localisée entre 1 700 et 2 800 m sur le flanc saharien du Haut Atlas de l'Imdrhas et du Dadès, une enfin *C. Gattefossei* anti-atlasique.

Un autre taxon atlasique remarquable est celui des *Arabis* de la section *Turritella* à pédoncules fructifiés étalés et à feuilles caulinaires glabres, entières, glauques. Ce groupe est représenté par quatre espèces. L'une, *A. Josiae*, se rencontre dans tout le Haut et le Moyen Atlas, dans la zone sylvatique entre 1 400 et 2 500 m. Les trois autres espèces sont rupicoles et orophiles : *A. Werneri* est localisé sur l'anti-Atlas et le Siroua ; *A. corringioides* sur le Haut Atlas de Seksaouas à l'Ayachi (dans deux variétés) *A. Humberti* enfin découvert seulement en 1952, sur le revers septentrional de l'Ayachi. Ces quatre espèces assez peu différentes entre elles dérivent certainement d'un ancêtre commun. Sur les quatre une seule est strictement alticole : *A. corringioides* qui descend rarement au-dessous de 3 000 m (carte 22).

De même, les orophytes atlasiques appartenant au genre *Leucanthemum* (7 espèces) sont systématiquement très affines d'autres espèces de ce genre répandues surtout dans la zone montagneuse du Maroc (*L. Gayanum, L. Maresii, L. hosmariense, L. maroccanum*).

Les oro-endémiques numidiens accusent eux aussi d'étroits liens de parenté avec des espèces dont l'aire de répartition embrasse la majeure partie de l'Algérie. Le cas des *Romulea* endémiques des « agounis » du Djurdjura est, de ce point de vue, sans doute le plus démonstratif; *R. Battandieri* et *R. Penzigii*

constituent des types endémiques dont les relations taxonomiques avec *R. Linaresi* sont indiscutables (cf. Béguinot). Sur l'Aurès, *R. Vaillanti* présente une valeur identique. *Saxifraga numidica* est affine de *S. globulifera ; Pimpinella Battandieri* de *P. tragium ; Bunium Chaberti* de *B. alpinum*. De même *Galium Peralderii* du Djurdjura et *Galium Murbeckii* de l'Aurès appartiennent à un petit groupe d'espèces rupicoles cantonné en Algérie orientale et en Tunisie.

Parmi les endémiques numidiens taxonomiquement assez isolés, mais probablement issus de souches planitaires localisés dans la zone altimontaine, il n'est possible de citer que, sur le Djurdjura : *Arabis Doumeti* et *Senecio Gallerandianus*.

***

Les oro-endémiques nord-africains de souches autochtones peuvent donc, dans leur quasi totalité, être considérés comme s'intégrant dans des taxa mauritaniens, marocains ou numides non spécifiquement orophiles. Cette constatation n'est pas sans intérêt, car elle est l'indice de la jeunesse relative de la flore atlasique de souche autochtone, et par là même apporte un argument de poids à l'hypothèse de l'orogénèse récente de la chaîne atlasique.

En effet, dans sa majeure partie, cette flore donne en quelque sorte l'impression d'un élément de remplissage surajouté aux éléments allogènes envisagés plus haut, et différencié à partir des types indigènes les plus plastiques ou les plus polymorphes (*Buffonia, Alyssum, Arabis, Bupleurum, Lavandula, Leucanthemum, Campanula, Centaurea* en part.). L'absence presque complète sur les Atlas de paléo-endémique taxonomiquement isolés, milite également en faveur de cette thèse ; rappelons-le en effet, la flore du Maroc atlantique et toute la zone de contact entre l'Atlas saharien et le Saharien est au contraire extrêmement riche en types archaïques isolés dont les plus remarquables sont sans doute l'*Arganier* et *Wariona Saharae*. Cependant, la présence sur les Atlas de taxa endémiques orophiles taxonomiquement isolés, mérite d'être interprétée. En effet, nous avons signalé l'existence sur les Atlas marocains de quatre sections orophiles endémiques. Mis à part le cas des *Phagnalon* envisagé plus haut, restent encore comme endémiques strictement orophiles de l'Atlas :

— 2 sections du genre *Draba ;*
— 1 section du genre *Gentiana*.

L'individualisation de ces types actuellement isolés sur les hautes montagnes nord-africaines est certainement fort ancienne et de toute façon pré-glaciaire ; on explique mal, si l'on admet l'hypothèse de l'aplanissement pliocène des Atlas, le maintien de ces plantes en Afrique du Nord ; alors que par tous leurs caractères et leurs exigences écologiques actuelles, elles doivent être considérées comme des orophytes extrêmement stricts ne descendant guère au-dessous de 2 800 m. L'hypothèse d'une immigration de ces espèces lors des périodes glaciaires n'est toutefois pas à écarter à priori ; il est possible que les cata-

clysmes climatiques du début du quaternaire aient repoussé vers le Sud des types orophiles relativement thermophiles incapables alors de se maintenir sur les montagnes de l'Europe méridionale.

Quoi qu'il en soit, les vestiges de la flore orophile archaïque autochtone, s'ils existent, sont fort réduits.

## LES TAXA AFRICAINS

Nous groupons ici quelques espèces ne jouant qu'un rôle fort accessoire dans la flore des hautes montagnes de l'Afrique du Nord, mais accusant dans leurs origines, d'incontestables affinités avec la flore de l'Afrique extra-méditerranéenne.

Un des exemples les plus remarquables est fourni par *Hertia marocana* qui, avec *H. numidica*, sont les uniques représentants en Afrique du Nord de ce genre essentiellement sud-africain. Les deux espèces nord-africaines et avant tout *H. marocana* qui seule nous occupera ici, sont localisées dans les régions semi-arides de la bordure septentrionale du Sahara; elles ne s'élèvent d'ailleurs pas beaucoup en altitude, et appartiennent certainement à l'élément floristique autochtone en place déjà depuis la période tertiaire.

Il convient de citer également le cas de certains orophytes sahariens qui effleurent à peine par leur distribution géographique la région des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Tel est le cas pour *Nidorella triloba*, qui se rencontre çà et là sur le revers saharien de l'Atlas, sur les monts du Hoggar, du Tibesti et sur le Sinaï. Le genre *Pentzia*, individualise lui aussi une espèce dans le Maroc méridional : *P. hesperidum*, mais cette espèce n'est pas orophile. Signalons également les affinités étroites existant entre *Centaurea Touggourensis* des Aurès, et *C. Foucauldiana* des montagnes du Sahara central.

## LES TAXA EURO-SIBÉRIENS BORÉO-AMÉRICAINS

Le nombre d'espèces Euro-sibériennes — Boréo-américaines nous l'avons vu, n'est pas très élevé sur les montagnes nord-africaines et encore parmi celles-ci figurent de nombreux types hygrophiles ou nitrophiles dont la valeur bio-géographique est à peu près nulle; aucun de ces derniers n'est d'ailleurs spécial à l'étage des hautes montagnes nord-africaines. C'est d'ailleurs, comme le fait remarquer Emberger (1949) et pour cette raison, à l'étage climatique méditerranéen humide que les genres euro-sibériens sont le mieux représentés.

Par contre, l'étage altimontain des Atlas possède en propre un certain nombre d'espèces eurasiatiques ou boréales dont la présence à ce niveau est des plus remarquable; c'est sur celles-ci qu'il convient d'insister.

Signalons tout de suite, qu'aucune espèce de ce groupe ne se rencontre sur les hautes montagnes de Numidie. Sur ces sommets, dont l'altitude n'excède pas 2 300 m existent bien quelques types eurasiatiques (cf. Maire, 1924 et 1928)

mais ils appartiennent tous à l'étage sylvatique. Il faut cependant signaler que quelques-uns font défaut sur les Atlas marocains :

*Ribes petreum*
*Corydalis solida.*

Ces espèces, comme d'ailleurs les orophytes méditerranéens manquant sur les Atlas marocains *(Anthyllis montana, Alopecurus Gerardi)* font défaut en Espagne méridionale et se rencontrent par contre dans toute la péninsule italique ou les îles Tyrrhéniennes. Leur immigration par cette voie n'est pas douteuse. Elle est probablement contemporaine des grandes glaciations, période à laquelle les espèces eurasiatiques se sont largement répandues dans toute la Numidie, grâce à l'existence de communications entre l'Afrique du Nord et l'Italie ou les îles Tyrrhéniennes. Mais ici aussi, à l'heure actuelle, les types eurasiatiques sont surtout bien représentés à l'étage sylvatique.

Carte 23.
En noir, Aire de *Alopecurus Gerardi* et, en traits pleins, de *Ribes petreum.*

Nous avons donné la liste des espèces circum boréales et eurasiatiques signalées jusqu'à ce jour sur les sommets des Atlas marocains. Quelques commentaires s'avèrent indispensables.

Signalons tout d'abord que cette liste peut être considérée comme à peu près close : quatre étés passés sur le Haut Atlas nous ont seulement permis d'y ajouter :

| | |
|---|---|
| *Luzula multiflora* . . . . . | Oukaimeden |
| *Asplenium fontanum* . . . . | Atlas oriental calcaire m'Goun et Rhat |
| *Dryopteris lonchitis* . . . . | |
| *Calamagrostis argentea* . . . | Bou Naceur |

Les quelque 37 espèces boréales ou eurasiatiques localisées sur les sommets de l'Atlas marocain sont actuellement réparties de la façon suivante :

— 18 sont spéciales au Grand Atlas occidental et central;
— 6 sont spéciales au Haut Atlas oriental;
— 2 sont spéciales au Moyen Atlas oriental;
— 3 sont communes à l'ensemble de la chaîne;
— 5 sont communes à la chaîne mégalatlasique;
— 3 sont communes au Haut Atlas oriental et au Moyen Atlas oriental.

Le Haut Atlas siliceux avec ses sources pérennes et son altitude considé-

rable constitue donc le principal refuge pour les espèces nordiques; 18 espèces sur 37 y sont localisées, 26 sur 37 y sont présentes.

Toutes les plantes qui ne se rencontrent que là, végètent dans les pozzines entre 2 600 et 3 500 m qui leur offrent du point de vue micro-climatique des conditions sensiblement analogues à celles qu'elles subissent sur les montagnes européennes; c'est semble-t-il surtout pour des raisons édaphiques qu'elles font défaut dans les pozzines du Haut Atlas calcaire.

Dans cette liste les genres les mieux représentés sont les suivants :

*Carex* avec 4 espèces
*Luzula* avec 2 espèces
*Agrostis* avec 2 espèces.

Le Haut Atlas calcaire ne possède plus en propre que 6 espèces. Ce sont des rupicoles localisées soit sur les rochers suintants, soit dans des dolines profondes: *Dryopteris lonchitis, Asplenium fontanum* ou des espèces hygrophiles : *Orobanche flava, Cardamine pratensis, Triglochin palustre* ou mésophiles : *Gentiana ciliata*. Le caractère résiduel de cette flore est encore plus accusé que pour les espèces nordiques du Haut Atlas siliceux; plusieurs d'entre elles ne sont connues que d'une ou deux stations.

Le Moyen Atlas oriental enfin ne possède en propre que deux espèces : *Draba tomentosa* et *Calamagrostis argentea*.

Les cinq espèces communes à l'ensemble du Haut Atlas sont toutes des hygrophiles : *Botrychium lunaria, Viola palustris, Parnassia palustris, Euphrasia minima, Gentiana verna*. Par contre, les 3 espèces localisées sur le Haut Atlas oriental et le Haut Atlas mésatlasique sont des rupicoles : *Ribes alpinum, Rhamnus pumilla, Androsace villosa*. Enfin, *Myosotis alpestris, Asplenium viride* et *Avena montana* espèces de signification fort hétérogène sont répandues sur toute la chaîne.

Sur 37 espèces nordiques répandues sur les hautes montagnes marocaines, aucune, nous l'avons dit, n'existe sur les montagnes de Numidie; 28 par contre, sont communes aux Atlas et aux sommets du sud de l'Espagne. Cette constatation traduit une fois de plus, les affinités existant entre le peuplement végétal des montagnes bétiques et atlasiques. L'absence, dans le sud de l'Espagne, de 9 des orophytes européens existant sur l'Atlas est de ce fait assez singulière; certes, une exploration plus poussée des massifs calcaires de cette région risque fort de diminuer ce nombre, mais toutefois, l'absence de plusieurs de ces plantes en Espagne méridionale est probable.

Ces neuf espèces sont :

— 5 espèces calcicoles dont le défaut sur la Cordillère bétique peut s'expliquer assez facilement par l'altitude relativement faible des massifs calcaires sud-espagnols :

*Asplenium fontanum,*
*Agrostis alpina* ssp. *Schleicheri,*
*Androsace villosa,*
*Ribes alpinum,*
*Calamagrostis argentea ;*

— 2 espèces hygrophiles :

*Polygonum bistorta,*
*Cardamine pratensis ;*

— 2 espèces de pelouse mésophile :

*Gentiana ciliata,*
*Agrostis rupestris.*

Sur ces 9 espèces, *Polygonum* et *Cardamine* s'avancent jusqu'à la Sierra de Guadarrama, les autres se rencontrent sur les montagnes d'Aragon, sauf les deux Graminées qui ne dépassent pas vers le Sud la chaîne pyrénéenne.

L'absence de ces espèces, et tout spécialement de *Polygonum bistorta, Cardamine pratensis, Agrostis rupestris* sur la Sierra Nevada, est difficilement explicable. En effet, sur ces sommets (cf. ENGLER, ) existent de nombreux types orophiles européens qui n'ont pas atteint les Atlas, et étant donné le rôle de jalon qu'ont joué les montagnes bétiques dans le peuplement, par les lignées septentrionales, des Atlas marocains, leur absence y est pour le moins singulière.

Il faut donc rester dans le domaine des spéculations et admettre, soit que ces espèces ont disparu, pour des raisons, qui nous échappent, des montagnes bétiques, soit qu'elles n'y ont jamais existé. Dans ce cas, il faudrait admettre pour elles une autre voie d'immigration, chose fort hypothétique, soit un apport accidentel, tout aussi hypothétique que le vent ou les oiseaux. Si, à la rigueur et faute de mieux, cette explication peut être retenue pour *Cardamine pratensis*, étroitement localisée dans une pozzine près du plateau des lacs, il est difficile d'en faire de même pour *Agrostis* ou *Polygonum* qui sont relativement fréquents sur le Haut Atlas éruptif. Nous verrons d'ailleurs que l'étude caryologique des types oro-européens sur le Haut Atlas apporte pour plusieurs d'entre eux la certitude d'une immigration ancienne (cf. p. 406).

## LES VOIES DE MIGRATION DES TAXA EURO-SIBÉRIENS ET BOREO-AMÉRICAINS

Nous venons de voir ci-dessus que 28 sur 37 des orophytes nordiques présents sur les Atlas marocains se retrouvent sur les sommets des montagnes bétiques. Nous avons également signalé les affinités que présentent entre elles les flores de souche mésogéenne de ces massifs ; il est donc logique et hautement probable, malgré les quelques restrictions énoncées au chapitre précédent, de considérer que la migration de ces espèces s'est effectuée depuis les montagnes d'Europe par l'intermédiaire de la péninsule ibérique.

En effet, l'hypothèse émise par ENGLER de l'origine polytopique des espèces orophiles à partir des taxa planitaires a été fortement battue en brèche et ne saurait être retenue que pour de rares cas, en particulier des hybrides ; on voit, en effet, assez mal à partir de quelles espèces planitaires se seraient différenciées, sur le Haut Atlas ou la Sierra Nevada, *Gentiana tenella, Botrychium*

*lunaria* ou *Nardus stricta*. On est donc obligé de s'en tenir à l'hypothèse des migrations végétales.

L'hypothèse de la migration des espèces végétales européennes depuis la péninsule ibérique par l'intermédiaire des montagnes algériennes, soutenue par divers zoologistes, ne peut être retenue pour la flore; en effet, toutes les espèces nordiques citées plus haut font défaut en Algérie (sauf *Parnassia palustris* dans les marais de La Calle) et même pendant les glaciations, leur présence y fût des plus improbables; d'ailleurs bon nombre de ces espèces, même actuellement, manquent sur les sommets des îles Tyrrhéniennes et de l'Italie méridionale.

L'étude de la végétation apporte d'ailleurs un argument des plus importants en faveur de l'immigration par la voie ibérique des orophytes nordiques actuellement présents sur les Atlas. Nous avons en effet signalé, à propos des groupements de pozzines appartenant à la Classe des Udo-Nardetalia les homologies vraiment saisissantes que présentent respectivement les associations à *Agrostis rupestris* et *Gentiana tenella* et celle à *Vaccinium uliginosum* et *Ranunculus acetosellifolius*. C'est, rappelons-le, précisément ces associations qui, sur ces sommets, possédaient le plus haut pourcentage d'espèces orophiles appartenant à des taxa eurasiatiques et boréo-américains.

Il est impossible d'imputer au hasard de telles affinités, d'autant plus que l'on peut suivre depuis les Pyrénées jusque sur les Atlas, les modifications successives que présentent dans leur composition floristique, les associations appartenant à la Classe des Udo-Nardetalia. En dehors d'un contingent d'espèces vicariantes endémiques à chaque massif (Pyrénées, Sierre Nevada, Atlas) appartenant en général à des taxa oro-méditerranéens, celles-ci offrent une remarquable monotonie aussi bien dans leur physionomie et leur valeur dynamique, que dans leur richesse relative en orophiles européens, identiques d'un massif à l'autre, mais de plus en plus réduits au fur et à mesure que l'on progresse vers le Sud.

Un caractère important des taxa eurasiatiques et boréo-américains sur le Haut Atlas marocain est une tendance très nette à l'individualisation de micro-endémiques (cf. encore à ce propos, p. 46). Maire (1921) fait déjà remarquer ce phénomène. En effet, 9 espèces orophiles nordiques sont représentées au Maroc par des types endémiques :

*Sagina saginoides* ssp. *parviflora*
*Cardamine pratensis* var. *atlantica*
*Calamagrostis argentea* ssp. *mesatlantica*
*Agrostis rupestris* var. *atlantis*
*Androsace villosa* var. sub-*exscapa*
*Myosotis alpestris* ssp. *albomarginata*
*Gentiana verna* ssp. *Peneti*
*Orobanche flava* var. *Doriae*
*Phleum alpinum* ssp. *Trabuti*.

Plusieurs autres types endémiques sont communs à la Sierra Nevada et au Haut Atlas (cf. p. 255).

Il convient de remarquer que tous ces micro-endémiques sont caractérisés

vis-à-vis de l'espèce européenne correspondante, par une réduction morphologique très sensible, une simplification de l'appareil végétatif, une diminution du nombre et de la taille des fleurs. Ce type d'adaptation paraît de règle pour la flore orophile européenne isolée sur les hautes montagnes méditerranéennes. Nous avons signalé le cas (QUÉZEL, 1953) sur la Sierra Nevada des micro-endémiques :

*Vaccinium uliginosum* var. *nanum*
*Gnaphalium supinum* var. *pusillum*
*Antennaria droica* var. *congesta*
*Ranunculus pyrenaeus* var. *uniflorus*.

Mais, la plupart de ces types endémiques ne possèdent pas de grosse valeur du point de vue taxonomique; la mise en culture de plusieurs d'entre eux montrera certainement que l'on a àffaire à de simples races écologiques. Il faut également se souvenir de la complexité d'espèces telles que *Gentiana verna* ou *Myosotis alpestris* sur les montagnes eurasiatiques, aussi est-il difficile de s'appuyer sur ces faits pour chercher à préciser la date de l'immigration des types orophiles nordiques sur les hautes montagnes nord-africaines.

Toutefois, il convient de se souvenir qu'il existe sur le Haut Atlas quelques endémiques très différenciés, dérivant selon toute probabilité de souches eurasiatiques. Le cas le plus démonstratif est celui de *Gentiana Tornezyana*. Cette espèce, nous l'avons vu, est l'unique représentante d'une section endémique du Haut Atlas. Elle est à l'heure actuelle localisée dans quelques pozzines de pente entre 3 000 et 3 500 m dans le massif du Toubkal et dans la vallée de la haute Tessaout, où nous l'avons découverte en juillet 1954.

Des exemples moins évocateurs peut-être sont fournis par les Epilobes du groupe *alpinae* représentées au Maroc par deux espèces localisées dans les suintements et au bord des ruisseaux dans le massif du Toubkal. Ce sont : *Epilobium atlanticum* et *E. psilotum*. Mais pour ces espèces appartenant à un genre éminemment plastique, l'hypothèse d'une individualisation relativement récente n'est pas exclue.

De toute façon, il est certain à l'heure actuelle que l'arrivée du contingent européen orophile en Afrique du Nord s'est effectuée par l'intermédiaire de la péninsule ibérique; toutes les espèces présentes sur les Atlas qui s'y inscrivent sont présentes dans le nord de l'Espagne et à peu près toutes sur les sommets de la Cordillère bétique, où certaines d'entre elles ont individualisé des types endémiques présents également sur le Haut Atlas.

## DATE PROBABLE DES MIGRATIONS DES TAXA EURO-SIBÉRIENS ET BORÉO-AMÉRICAINS EN AFRIQUE DU NORD

Il est possible, à la lumière des faits précédemment signalés d'essayer de préciser la date des migrations qui ont amené la flore orophile nordique sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord. MAIRE ici encore le premier, a soulevé

l'hypothèse (1924-1928) de l'origine pré-glaciaire de cette flore. Pour cet auteur, il est difficile d'admettre l'origine polytopique de ces espèces. Il est plus probable que « certains des orophytes d'origine arcto-tertiaire ont pu émigrer de proche en proche depuis les montagnes septentrionales jusqu'aux montagnes méridionales grâce à des continuités aujourd'hui disparues, grâce aussi à des périodes plus humides que le climat actuel »... Mais pour cet auteur cette flore orophile se serait différenciée à partir de souches planitaires au miopliocène, période pendant laquelle les chaînes nord-africaines plus élevées qu'aujourd'hui étaient encore en continuité avec les chaînes ibérique, tyrrhénienne et sicilienne. Le rôle des périodes pluviales sur la mise en place de la flore orophile n'aurait pas été très considérable.

Il nous paraît difficile de souscrire entièrement à cette façon de voir, en effet :

— si une continuité a existé entre les chaînes atlasique, pyrénéenne et tyrrhénienne, il est fort peu probable qu'elle ait dépassé le milieu du miocène; nous savons, en effet, aujourd'hui que pendant la fin de cette période et durant presque tout le pliocène, les montagnes d'Afrique du Nord ont été réduites au rang de pénéplaines ou de plateau;

— si la flore oro-méditerranéenne paraît bien, comme nous l'avons dit, dériver d'éléments planitaires, cette opinion ne peut être retenue pour l'origine de la flore orophile des montagnes eurasiatiques dont la mise en place est récente et en tout cas, dans sa quasi totalité, postérieure aux grandes glaciations;

— l'existence de types micro-endémiques sur l'Atlas chez des orophytes nordiques n'est pas une preuve de l'ancienneté de cette flore en Afrique du Nord. Depuis près d'un million d'années qu'ont débuté les glaciations, la formation de micromorphes est largement possible. L'existence d'une section endémique de Gentianes sur l'Atlas n'implique pas à coup sûr qu'elle se soit individualisée là; il est possible sinon probable que l'on se trouve là en présence d'un immigrant glaciaire originaire probablement des hautes montagnes de l'Europe méridionale qui en a été chassé par les glaciations et ne s'est actuellement maintenu que sur la chaîne atlasique. Nous verrons d'ailleurs que l'étude caryologique de divers orophytes nord-africains nous fournira d'autres exemples analogues.

Ainsi donc, l'existence d'orophytes européens ou de types boréaux sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord, ne saurait être antérieure à la dernière surrection atlasique, c'est-à-dire à la fin du pliocène; leur arrivée en Afrique du Nord avant les périodes pluviales est hautement improbable, comme le montrent les données paléo-climatiques. L'existence sur l'Atlas d'un climat froid avec gelées et neige, reconnaissable par le géo-morphologique n'a débuté qu'avec le premier pluvial. En conséquence, ce n'est qu'à partir de cette période qu'a pu s'effectuer la migration de types nordiques sur les montagnes nord-africaines.

Cette migration n'a d'ailleurs pas nécessité de continuité dans les systèmes orographiques. Comme le fait encore fort justement remarquer R. Maire, les orophytes européens ou les types boréaux présents sur les montagnes nord-

africaines appartiennent tous à des espèces à très vaste aire de répartition se retrouvant à peu près toutes sur les autres hautes montagnes méditerranéennes. Ces types vigoureux et plastiques ont profité des modifications climatiques intenses survenues lors du premier pluvial (rappelons ici que les glaciers sont descendus à moins de 600 m sur le Rif pendant cette période) pour étendre vers le Sud leur aire de répartition. Cette progression a d'ailleurs pu être continue ou bien encore hâtée par le transport de graines par le vent ou les oiseaux. D'ailleurs aucun document précis ne permet d'affirmer que des échanges de flore et de faune aient été impossibles durant cette période entre l'Europe et l'Afrique du Nord par l'intermédiaire de la région bético-rifaine.

***

Il n'est pas sans intérêt, à la fin de ce chapitre, de signaler les étroites affinités que présente le peuplement entomologique, Coléoptères en particulier, des hautes montagnes nord-africaines, avec les différents courants floristiques qui viennent d'être analysés.

En effet, dans un remarquable travail de synthèse, P. DE PEYERIMHOFF (1948) schématise comme suit, le peuplement en Coléoptères de la Berbérie et reconnaît les grands types biogéographiques suivants :

— des endémiques
— des reliques paléotropicales
— des éléments d'allure orientale
— des éléments partagés avec la péninsule ibérique
— un élément macaronésien
— des tropicaux africains avancés au Nord
— des montigènes paléogénétiques
— des apports européens.

Si l'on envisage ces séries, et si l'on se souvient que sur les hautes montagnes nord-africaines, du point de vue botanique, les taxa paléotropicaux, africains et macaronésiens sont à peine représentés, il est possible d'établir les homologies suivantes :

Les éléments d'allure orientale sont superposables aux taxa méditerranéens orientaux. DE PEYERIMHOFF signale les caractères essentiellement steppicoles de cette faune; toutefois quelques orophiles atlasiques accusent des affinités étroites avec diverses espèces du proche Orient *(Ophonus hospes, Helops rhaticus, Rhizotrogus fissipes)*. On retrouve donc ici très précisément les deux types de taxa qu'il a été possible d'individualiser à propos de la végétation.

Les éléments partagés avec la péninsule ibérique, sont les homologues des taxa ibéro-mauritaniens si abondants dans la flore. Le peuplement entomologique des Atlas en fournit de multiples exemples. En particulier les affinités existant entre des espèces pyrénéennes et atlasiques sont fréquentes (cf. en part. QUÉZEL et VERDIER, 1952). A propos des éléments ibéro-mauritaniens, DE PEYERIMHOFF signale deux autres types de distribution qui se retrouvent chez les phanérogrammes : des méditerranéens occidentaux et des tyrrhéno-numidiens.

Les montigènes paléogénétiques sont les équivalents très précis des orophytes méditerranéens. Ils sont actuellement réfugiés sur les sommets des montagnes du pourtour méditerranéen et sont en général constitués par des arcto-tertiaires.

Les apports européens enfin en majeure partie immigrés durant les périodes glaciaires se retrouvent chez les insectes aussi bien que chez les végétaux. Ici encore, il s'agit en général, d'espèces hygrophiles.

Les endémiques enfin sont nombreux. Chez les insectes, un nombre élevé dérive également de lignées occupant déjà la région; les autres sont, suivant le terme de PEYERIMHOFF, « des endémiques de conservation », et doivent donc en réalité être étudiés avec les lignées auxquelles ils appartiennent et dont ils possèdent la signification biogéographique.

Ainsi, d'une façon très générale, les Coléoptères des montagnes d'Afrique du Nord peuvent se grouper en des ensembles dont la valeur biogéographique est très comparable à celle qu'accusent les taxa végétaux colonisant ces massifs. Il n'est d'ailleurs pas douteux que l'on arriverait à des exemples analogues avec d'autres groupes d'insectes sédentaires; ce sont toutefois les Coléoptères qui sont le mieux connus du point de vue systématique sur les montagnes d'Afrique du Nord, c'est donc à eux qu'il était préférable de s'adresser à l'heure actuelle pour obtenir des résultats aussi précis que possible.

## III. — LES DONNÉES CARYOSYSTÉMATIQUES

Il était tentant dans un travail relatif au peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord, de rechercher les renseignements que pouvait fournir l'étude caryosystématique des diverses espèces qui s'y rencontrent.

Il n'était pas possible d'envisager ici la totalité des espèces orophiles nord-africaines; toutefois, l'examen d'un nombre suffisamment élevé d'entre elles était nécessaire pour arriver à des conclusions significatives. Nous avons pu toutefois étudier plus de 110 espèces, soit près du cinquième de la flore.

Nous nous sommes contentés ici d'établir le nombre chromosomique de chaque espèce, en cherchant avant tout à préciser les rapports que présentent à ce point de vue les espèces atlasiques avec les espèces dont elles sont affines. Nous avons également insisté sur les types eurasiatiques actuellement isolés en Afrique du Nord en vue de comparer leur genôme avec celui des formes européennes de ces mêmes espèces. Enfin, la polyploïdie a été systématiquement recherchée, car la valeur biogéographique de ce phénomène mérite de retenir l'attention.

Nos travaux ont été poursuivis, soit à partir de graines récoltées au cours de séjours sur les Atlas, mises à germer, fixées au Navaschine, incluses, colorées au violet de gentiane, soit à partir de matériel fixé sur place au Carmoy et colorées ensuite au carmin acétique.

***

Nous avons étudié les espèces suivantes :

— Graminées :

| | | |
|---|---|---|
| *Deschampsia caespitosa* . . . | Oukaimeden | n = 14 |
| *Poa alpina* . . . . . | Toubkal | n = 7 |
| *Nardus stricta*. . . . . | Toubkal | n = 13 |

— Juncacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Luzula spicata*. . . . . | Oukaimeden | n = 6 |

— Colchicacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Triglochin palustre*. . . . . | m'Goun | n = 12 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| — Renonculacées : | | | |
| *Delphinium Balansae* . . . . | m'Goun | | n = 8 |
| — Berbéridacées : | | | |
| *Berberis hispanica* . . . . . | m'Goun | | n = 14 |
| — Fumariacées : | | | |
| *Platycapnos saxicola* . . . . | m'Korn | | n = 14 |
| — Rosacées : | | | |
| *Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica* . . . . . | m'Goun | | n = 7 |
| *Potentilla caulescens* var. . . | Bou Naceur | | n = 7 |
| — Papilionacées : | | | |
| *Astragalus armatus* ssp. *numidicus*. . . . . | Telouet | | n = 8 |
| *Ononis atlantica* . . . . . | m'Goun | | n = 8 |
| *Trifolium humile* . . . . . | Oukaimeden | | n = 7 |
| *Vicia glauca*. . . . . | | ou | n = 8 |
| var. *mesatlantica*. . . . . | Bou Naceur | | n = 7 |
| var. *ayachica* . . . . . | m'Goun | | n = 7 |
| var. *anremerica* . . . . . | Andromeur | | n = 7 |
| var. *rerayensis*. . . . . | Toubkal | | n = 7 |
| — Crassulacées : | | | |
| *Sedum atlanticum* . . . . . | m'Goun | | n = 16 |
| — Saxifragacées : | | | |
| *Parnassia palustris*. . . . . | Oukaimeden-m'Goun | | n = 9 |
| *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* . . . . . | Rhat | | n = 14 |
| — Papavéracées : | | | |
| *Papaver rupifragum* ssp. *atlanticum*. . . . . | Rhat | | n = 7 |
| — Crucifères : | | | |
| *Rorippa atlantica* var. *typica* . . . . . | Toubkal | | n = 14 |
| *Matthiola saxatilis* var. *anremerica* . . . . . | Andromeur | | n = 16 |
| *Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum*. . . . . | Oukaimeden | | n = 4 |
| *Isatis atlantica*. . . . . | Rhat | | n = 14 |
| *Iberis sempervirens* var. *pseudo saxatilis* . . . | Ayachi | | n = 8 |
| *Erysimum Bocconei* . . . . | m'Goun | | n = 8 |
| *Draba hederefolia* ssp. *eu-hederefolia* . . . . | Toubkal | | n = 6 ou 7 |

| | | |
|---|---|---|
| *Draba oreadum* | | |
| ssp. *Mariae Aliciae* . . . | Ayachi | n = 16 |
| ssp. *normalis* | | |
| var. *anremerica* . . . . . | Andromeur | n = 16 |
| var. *genuina* . . . . . | Toubkal | n = 16 |
| *Diplotaxis saxatilis* | | |
| var. *diplotaxiformis* . . . | Bou Naceur | |
| | m'Goun | n = 11 |
| *Arabis Caucasica* . . . . . | m'Korn | |
| | Toubkal | n = 8 |
| *Alyssum spinosum*. . . . . | Rhat | n = 8 |
| *Alyssum montanum* | | |
| var. *atlanticum* . . . . . | Ayachi | n = 8 |
| *Alyssum Embergeri*. . . . . | Ayachi | n = 8 |

— Violariacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Viola dyris* var. *calcarea*. . . | Andromeur | n = 10 |
| *Viola palustris*. . . . . | Toubkal | n = 12 |

— Caryophyllacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Silene heterodonta* | | |
| var. *Thomsoni* | | n = 12 |
| *Silene mesatlantica*. . . . . | Rhat | n = 12 |
| *Silene ayachica* . . . . . | Rhat | n = 12 |
| *Stellaria uliginosa* . . . . . | Oukaimeden | n = 12 |
| *Minuartia verna* | | |
| var. *brachypetala*. . . . . | Rhat | n = 24 |
| *Arenaria pungens* | | |
| ssp. *eu-pungens* . . . . . | Toubkal | n = 30 |
| ssp. *Boissieri* . . . . . | Bou Naceur | n = 30 |
| ssp. *parviflora*. . . . . | m'Semrir | n = 15 |
| *Arenaria Mairei*. . . . . | Rhat | n = 15 |
| *Arenaria dyris*. . . . . | Ayachi | n = 20 |
| *Arenaria aggregata*. . . . . | m'Goun | n = 9 |
| *Paronychia polygonifolia* . . | J. Tichka | n = 13 |

— Primulacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Androsace villosa* | | |
| var. *sub exscapa*. . . . . | Rhat | |
| | Bou Naceur | n = 10 |

— Malvacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Linum catharticum*. . . . . | m'Goun | n = 8 |

— Géraniacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Geranium cinereum* | | |
| ssp. *nanum* . . . . . | Ayachi | n = 13 |

— Polyalacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Polygala rosea* ssp. *baetica* . | m'Goun | n = 12 |

— Rhamnacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Rhamnus pumila*. . . . . | m'Korn | n = 12 |
| *Rhamnus alpina*. . . . . | Oukaimeden | n = 12 |

— Ombellifères :

| | | |
|---|---|---|
| *Laserpitium Emilianum*. . . | m'Semrir | n = 11 |
| *Heracleum Sphondylium* | | |
| ssp. *montanum*. . . . . | m'Goun | n = 11 |
| ssp. *Embergeri*. . . . . | Rhat | n = 11 |
| *Eryngium variifolium* . . . | m'Goun | n = 8 |
| *Carum atlanticum* . . . . . | Toubkal | n = 11 |
| *Carum proliferum* . . . . . | Rhat | n = 11 |

— Caprifoliacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Lonicera pyrenaica*. . . . . | m'Korn | n = 9 |

— Valérianacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Centranthus angustifolius* | | |
| ssp. *marocanus* . . . . . | Oukaimeden | n = 8 |
| ssp. *Battandieri* . . . . . | Rhat | n = 8 |

— Gentianacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Gentiana tenella*. . . . . | Toubkal | n = 5 |
| *Gentiana Tornezyana*. . . . | Toubkal | n = 9 |
| *Gentiana verna* ssp. *Peneti*. . | Toubkal, m'Goun | n = 14 |
| *Gentiana ciliata* . . . . . | m'Goun | n = 22 |

— Labiées :

| | | |
|---|---|---|
| *Dracocephalum Renati* . . . | Andromeur | n = 7 |

— Plantaginacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Plantago subulata* | | |
| var. *atlantis*. . . . . | m'Goun | n = 12 |

— Scrophulariacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Scutellaria orientalis* | | |
| var. *porphyrantha* . . . . | m'Semrir | n = 8 |
| var. *demnatensis*. . . . . | Rhat | n = 8 |
| *Scrofularia ramosissima* | | |
| var. *ramosissima*. . . . . | Rhat | n = 20 |
| *Linaria origanifolia* | | |
| ssp. *flexuosa*. . . . . | Rhat | n = 14 |
| *Linaria galioides*. . . . . | Toubkal | n = 8 |
| *Linaria tristis*. . . . . | m'Korn | n = 6 |
| *Euphrasia minima* | | |
| ssp. *Wilkommii* . . . . . | Oukaimeden | n = 22 |

— Campanulacées :

| | | |
|---|---|---|
| *Phyteuma Charmelii* . . . . | Bou Naceur | n = 9 |
| *Campanula filicaulis* . . . . | | |
| var. *Reboudiana*. . . . . | Outat el Hajj | n = 8 |
| var. *eu filicaulis*. . . . . | Seksaouas | n = 24 |
| var. *pseudo-radicosa* . . . | m'Goun | n = 24 |
| *Campanula Vaillanti*. . . . | m'Korn | n = 7 |
| *Campanula saxifragoides* . . | Ayachi | n = 7 ou 8 |
| *Campanula Guinocheti* . . . | m'Goun | n = 14 ou 16 |

— Composées :

| | | |
|---|---|---|
| *Bellis caerulescens* . . . . . | Toubkal | n = 9 |
| *Erigeron Mairei*. . . . . | Rhat | n = 9 |
| *Leucanthemum atlanticum*. . | Toubkal | n = 9 |
| *Leucanthemum pseudo-catananche* . . . . . | Andromeur | n = 9 |
| *Hertia marocana*. . . . . | m'Goun | n = 10 |
| *Phagnalon helichrysoides* . . | m'Goun | n = 9 |
| *Gnaphalium Genevoisi* . . . | Rhat | n = 21 |
| *Artemisia alba* | | |
| ssp. *chitachensis* . . . . . | m'Goun | n = 9 |
| *Artemisia atlantica*. . . . . | m'Korn | n = 18 |
| *Artemisia Flahaultii* . . . . | Bou Naceur | n = 9 |
| *Anacyclus atlanticus* | | |
| var. *eu atlanticus* . . . . . | Toubkal | n = 9 |
| var. *vestitus*. . . . . | Bou Naceur | n = 9 |
| *Senecio Doria* . . . . . | m'Semrir | n = 20 |
| *Cirsium chrysacanthum*. . . | | |
| var. *eu chrysacanthum* . . | Toubkal | n = 17 |
| var. *sub ornatum*. . . . . | m'Goun | n = 17 |
| *Serratala nudicaulis* | | |
| var. *transiens* . . . . . | Rhat | n = 16 |
| *Scorzonera pygmaea* . . . . | Rhat | n = 7 |
| *Hypochoeris leontodontoides* | | |
| var. *eu leontodontoides* . . | Oukaimeden | n = 6 |
| var. *villosa* . . . . . | Rhat | n = 6 |
| *Hieracium amplexicaule*. . . | m'Goun | n = 18 |

## LES ESPÈCES MÉDITERRANÉENNES

Nous avons étudié 32 des espèces méditerranéennes existant sur les hautes montagnes nord-africaines. L'examen de leur garniture chromosomique permet d'arriver aux conclusions suivantes :

1° D'une façon très *générale*, le nombre de chromosomes de toutes ces plantes est faible et égal au chiffre le plus bas connu dans le genre auquel elles appartiennent, et même dans certains cas, il est plus faible encore :

*Scutellaria orientalis* var. *porphyrantha* n = 6, alors que chez toutes les Scutellaires européennes déjà étudiées n = 12 (cf. SCHEEL, 1931).

*Polygala rosea* var. *boetica* n = 12 alors que chez les autres espèces européennes n = 14, 16, 24, 35 (cf. MATTICK, 1949 in TISCHLER, 1950).

*Erysimum Bocconei*, espèce vivace oro-méditerranéenne n = 8, comme diverses espèces annuelles appartenant à ce genre; les espèces vivaces oro-alpiennes par contre sont toutes polyploides (cf. en part. *E. helveticum* n = 24 (JARETZKY, 1928), *E. canescens* n = 36 (MANTON, 1932).

Les espèces bético-atlasiques que nous avons pu étudier possèdent sur l'Atlas un nombre de chromosomes égal au nombre de base du genre auquel elles appartiennent : *Berberis hispanica* n = 14, *Platycapnos saxicola* n = 14.

Il en est de même pour les pyrénéo-atlasiques où la discrimination micromorphologique ne s'accompagne pas de discrimination caryologique.

*Potentilla alchimilloides* ssp. *atlantica* n = 7, chiffre le plus observé dans le genre *Potentilla* et qui se retrouve chez quelques espèces vivaces rupicoles à fleurs blanches : *P. caulescens, P. clusiana, P. nitida, P. rupestris* (cf. TISCHLER 1929).

*Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni* n = 14 comme chez le type pyrénéen et toutes les autres espèces appartenant au groupe des *Crustatae* de la section *Peraizoonia* (cf. HAMEL, 1953).

*Geranium cinereum* ssp. *nanum* n = 14 (en Europe, cf. GAUGER, 1937).

*Lonicera pyrenaica* n = 9. Les types pyrénéens de cette espèce n'ont pas encore été étudiés du point de vue caryologique. Il en est de même pour *Matthiola saxatilis* n = 6, comme chez diverses espèces vivaces appartenant à ce genre (JARETZKI, 1929).

Les orophytes méditerranéens que nous avons pu étudier possèdent sur les Atlas la même garniture chromosomique que sur les montagnes du Midi de l'Europe. Ce chiffre est d'ailleurs toujours faible :

| | |
|---|---|
| *Potentilla caulescens*. | n = 7 (en Europe, cf. TISCHLER, 1929) |
| *Alyssum montanum* . | n = 8 (en Europe, cf. JARETZKI, 1932) |
| *Arabis caucasica* . . | n = 8 (en Europe, cf. JARETZKY, 1928) |
| *Serratula nudicaulis*. | n = 16 (comme en Europe, cf. GUINOCHET, non publié) |
| *Senecio Doria*. . . . | n = 20 (en Europe, cf. AFZELIUS, 1924) |

*Phyteuma Charmelii* n = 9 et *Paronychia polygonifolia* n = 13 sur le Haut Atlas, n'ont pas été étudiées, à notre connaissance en Europe.

Parmi les autres types méditerranéens qui ont pu être étudiés, il faut citer : *Astragalus armatus* ssp. *numidicus* n = 8, *Vicia glauca* n = 7, *Papaver rupifragum* var. *atlanticum* n = 7, *Centranthus angustifolius* var. plur. n = 8, *Scrofularia ramossima* var. *macrorhyncha* n = 20. Ici encore, bien que les éléments de comparaison fassent défaut, les chiffres obtenus sont toutefois très faibles et aucune des formes atlasiques étudiées appartenant à ces espèces ne saurait être considérée comme polyploïde.

2° La polyploïdie n'est cependant pas absolument absente parmi les espèces méditerranéennes répandues aujourd'hui sur les montagnes nord-africaines.

Quatre espèces sur trente-deux se sont révélées être des types polyploïdes. Ce sont :

*Campanula macrorhiza* var. *jurjurensis* n = 61
*Plantago subulata* var. *atlantis* n = 12
*Choenorrhinum origanifolium* ssp. *flexuosum* n = 14
*Minuartia verna* var. *brachypetala* n = 24.

*Campanula rotundifolia* ssp. *macrorhiza* var. *jurjurensis* plante rupicole spéciale aux hauts sommets du Djurdjura (2 000-2 300 m) représente un type hexaploïde du polymorphe *Campanula rotundifolia*, cette constatation est remarquable (cf. à ce propos Guinochet, 1942). *Campanula rotundifolia* ssp. *macrorhiza* est représenté en France méditerranéenne par diverses variétés diploïdes ou tétraploïdes; la variété diploïde : var. *eu-macrorhiza* (2 n = 34) est localisée à basse altitude sur les rochers calcaires du littoral de la côte d'Azur, la variété tétraploïde var. *angustiflora* (2 n = 68) se rencontre, au contraire dans la zone montagnarde des Alpes méridionales entre 1 500 et 1 800 m. Au-dessus de cette altitude, *C. macrorhiza* fait complètement défaut (cf., Quézel, 1949). Il est fort remarquable que sur les sommets du Djurdjura existe à haute altitude un type hexaploïde absent sur les Alpes françaises; cette constatation met l'accent sur le caractère méditerranéen du climat et de la flore du haut Djurdjura, *Campanula macrorrhiza* en effet, ne sort pas en Europe méridionale de la zone de végétation méditerranéenne et c'est sans doute le caractère nettement subalpin ou alpin des hauts sommets des Alpes maritimes qui n'a pas permis l'individualisation et l'extension en altitude dans cette région, de types hyperpolyploïdes. Il est malheureusement encore impossible de chercher à interpréter l'origine de cette sous-espèce sur les sommets du Djurdjura. Nous manquons en effet, totalement de documents sur la valeur caryologique et taxinomique précise des variétés de cette plante spéciales à la Sicile et à l'Apennin.

*Plantago subulata* var. *atlantis* représente lui aussi, un type tétraploïde au moins vis-à-vis de la variété corse : var. *insularis* n = 6 (Hertz, 1927). Le type de l'espèce n'a pas été étudié à notre connaissance. *Chaenorrhinum origanifolium* ssp. *flexuosum* est seul tétraploïde parmi les formes appartenant à ce genre (cf. en part. Hertz, 1927); la ssp. *eu-origanifolium* du rebord septentrional de la Méditerranée occidentale est diploïde; la sous-espèce tétraploïde paraît donc localisée à la partie méridionale de l'aire de répartition de l'espèce.

Enfin, il faut sans doute ranger ici *Minuartia verna* qui paraît constituer un complexe polyploïde tout à fait remarquable, les valeurs de 12, 39, 60 ayant été signalées par différents auteurs (Mattick, Rohweder, 1939; Sugiura, 1937); toutefois un travail d'ensemble sur cette espèce serait nécessaire pour coordonner et interpréter les résultats; de toute façon la variété nord-africaine étudiée paraît constituer un type tétraploïde, 12 paraissant être le nombre de base le plus fréquent dans le genre *Minuartia*.

3° Si des polyploïdes existent chez les espèces méditerranéennes oro-atlasiques, on y rencontre également quelques types dont le génome est beaucoup

plus simple que celui des variétés, s'inscrivant au sein de la même espèce, déjà étudiées en Europe méridionale.

Tel est le cas pour :

| | |
|---|---|
| *Alyssum spinosum* | n = 8 |
| *Erysimum Bocconei* | n = 8 |
| *Lipidium hirtum* ssp. *atlanticum* | n = 4 |
| *Iberis sempervirens* var. *pseudo-saxatilis* | n = 8 |

En Afrique du Nord et en Sierra Nevada, *Alyssum spinosum* s'est montré caractérisé par 8 paires de chromosomes alors que (cf. MANTON, 1930) les échantillons d'Espagne septentrionale et de France possèdent 32 chromosomes. Cette constatation est fort remarquable car, *Alyssum spinosum* n = 8 est, sur les hautes montagnes méditerranéennes, un des éléments les plus caractéristiques des garrigues altimontaines à xérophytes épineux, alors que, en France méridionale, au contraire, le type à n = 16 est un rupicole calcicole exclusif.

*Erysimum Bocconei* (= *E. ochroleucum)* fournit un exemple analogue, les échantillons nord-africains provenant tous de garrigues à xérophytes épineux, possèdent un génome égal à 8 alors qu'en Europe (cf. MANTON, *loc. cit.*) cette espèce est tétraploïde.

*Lepidium hirtum* ssp. *atlanticum*, plante largement répandue sur les pozzines du Haut Atlas s'est révélée posséder une garniture chromosomique égale à 4. Ce chiffre étant d'ailleurs le plus faible rencontré jusqu'à ce jour dans la famille des Crucifères, la ssp. *eu-hirtum* largement répandue dans toute la région méditerranéenne est au contraire tétraploïde vis-à-vis de la précédente. Notons au passage que les différentes espèces de *Lepidium* étudiées par MANTON possèdent précisément 8, 12, 16, 20 ou 32 paires de chromosomes et doivent donc être regardées comme des 4, 6, 8, 10 et 32 ploïdes alors que, si l'on considère le chiffre 8 comme nombre de base dans le genre *Lepidium*, l'interprétation des types à n = 20 et 12 est beaucoup plus délicate. Il n'en reste pas moins qu'avec 4 paires de chromosomes, *L. atlanticum* représente un type archaïque des plus remarquables.

*Iberis sempervirens* var. *pseudosaxatilis* enfin avec une garniture de 8 chromosomes pose également un singulier problème. En effet, le chiffre de base 8 se rencontre dans le genre *Iberis* uniquement chez les espèces annuelles : *I. amara, affinis, umbellata*, etc. (cf. MANTON, 1930). Les espèces bisannuelles *(I. nana)* et vivaces : *I. sempervirens semperflorens, saxatilis* au contraire, possèdent un génôme égal à 11 ou à un multiple de 11. La position taxinomique de *I. sempervirens* var. *pseudo-saxatilis* serait-elle donc auprès des espèces annuelles ? Cela est difficile à admettre car du point de vue morphologique, notre plante est très proche des espèces précitées à n = 11; comme elles, elle est vivace; il faut cependant remarquer que son type biologique si particulier : longues tiges rampantes émettant çà et là des rosettes foliaires, ne saurait être considéré comme une adaptation phéno-typique à la vie dans les éboulis culminaux du Haut Atlas; en effet, des échantillons cultivés à Alger depuis quatre ans n'ont en rien modifié la morphologie de leur appareil végétatif. *Iberis sempervirens* var. *pseudo-saxatilis* constitue-t-il le type archaïque des espèces vivaces à n = 11, ou bien représente-t-il une espèce bien indivi-

dualisée ne présentant que des rapports de convergence morphologique avec l'espèce à laquelle il a été jusques à présent rattaché ? Il est difficile de conclure sans une étude détaillée du caryotype de toutes ces espèces. Toutefois, la deuxième hypothèse nous paraît être la plus plausible car le passage de 8 à 11 du génome semble difficile à admettre.

***

De toute façon, les espèces méditerranéennes sont en général caractérisées sur le Haut Atlas par une garniture chromosomique faible, leur nombre de base étant égal au chiffre le plus faible rencontré dans les genres auxquels elles appartiennent.

Les variétés endémiques atlasiques individualisées à partir de ces espèces, sauf en de très rares exceptions, possèdent toutes le même nombre de chromosomes que le type. Toutefois, la polyploïdie n'est pas absente chez les types méditerranéens oro-atlasiques, cependant, elle n'affecte qu'un nombre très restreint d'espèces (12 % dans la liste étudiée ici). Il est remarquable de considérer que les types polyploïdes sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord appartiennent à des espèces actuellement surtout répandues dans la portion septentrionale du bassin méditerranéen; aucune de ces espèces n'est indigène en Afrique du Nord (sauf peut-être *Chaenorrhinum flexuosum*) leur immigration sur les Atlas date certainement des périodes pluviales. Au contraire, les espèces comme *Alyssum spinosum*, *Lepidium atlanticum*, *Eryssimum Bocconei* qui sont représentées en Europe par des types polyploïdes existaient sans doute en Afrique du Nord déjà à la fin de la période Tertiaire, c'est au cours des phases pluviales qu'ont dû s'individualiser à la partie septentrionale de leur aire des types polyploïdes adaptés aux nouveaux facteurs écologiques qui les sollicitaient. L'étude des variétés européennes qui reste malheureusement à faire de *Diplotaxis saxatilis* et de *Arenaria aggregata*, espèces diploïdes en Afrique du Nord ($n = 11$ et $n = 9$) doit montrer des phénomènes analogues.

Ces faits doivent être mis en parallèle avec ceux que nous avons déjà signalés pour les espèces méditerranéennes isolées sur le Hoggar où la polyploïdie est très importante. A la limite de la région méditerranéenne aussi bien vers le Nord que vers le Sud s'individualisent donc des types polyploïdes traduisant, soit l'action d'un climat excessif, soit l'adaptation de la flore mésogéenne à un climat qui n'est plus le sien.

## LES ESPÈCES ENDÉMIQUES ATLASIQUES

Nous avons pu étudier une cinquantaine d'espèces endémiques atlasiques. L'examen des résultats permet d'arriver aux conclusions suivantes :

1° Dans la presque totalité des cas, les endémiques atlasiques sont caractérisées par un nombre très faible de chromosomes. En général les chiffres qui ont été obtenus correspondent au nombre de base le plus bas connu pour les genres auxquels se rapportent les espèces orophiles nord-africaines :

*Delphinium Balansae:* n = 8, alors que chez les espèces orophiles européennes appartenant à ce genre : *D. elatum, D. alpinum, D. tyrolense* (cf. en part., Gregory, 1941) n = 16.

*Ononis atlantica:* n = 8 au lieu de n = 16 ou 32 chez les autres espèces étudiées (cf. en part. Tschechow, 1933; Tschechowa, 1930).

*Trifolium humile:* n = 7 ou 8; 7 et 8 étant les chiffres de base les plus faibles dans le genre *Trifolium.*

*Isatis atlantica:* n = 14 comme chez *I. tinctoria* (cf. Jaretzky, 1932).

*Draba hederefolia* n = 8, 8 étant le chiffre de base le plus faible connu dans le genre : *D. carynthiaca* (cf. Heilborn, 1927), *D. tomentosa* (Mallich).

*Alyssum Embergeri:* n = 8 comme chez *A. montanum* dont cette espèce dérive indiscutablement.

*Viola dyris:* n = 10 comme chez les autres espèces appartenant au taxon de *V. cenisia* (Clausen, 1927).

Les trois espèces de *Silene* endémiques atlasiques que nous avons étudiées : *S. heterodonta, S. Ayachica* et *S. mesatlantica,* sont à n = 12, comme la quasi totalité des espèces appartenant à ce genre. Il en est de même pour *Laserpitium Emilianum* n = 11 comme chez les espèces voisines : *L. siler, L. Halleri* (cf. Wanscher, 1932).

Chez *Eryngium variifolium* n = 8, comme pour les autres espèces européennes appartenant à ce genre (cf. Wulf, 1937; Wansche, 1932) sauf *E. campestre* n = 7 (Tamamschjan, 1933). Cette constatation est intéressante car elle s'inscrit contre l'opinion de Wolff (Pflanzenreich) qui subordonne *E. variifolium* à *E. camprestre* en tant que variété. Il est d'ailleurs probable que le chiffre chromosomique de 7 chez cette dernière espèce est secondaire et que *E. campestre* est un aneuploïde d'un type archaïque à n = 8.

11 paraît être le chiffre de base du genre *Carum: C. atlanticum* et *C. proliferum.*

*Gentiana Tornezyana,* une des gentianes endémiques atlasiques possède 18 chromosomes (n = 9). Ce chiffre est un des plus faibles connus dans ce genre (cf. Favarger, 1939).

*Dracocephalum Renati:* n = 7 comme chez *D. austriacum* et *D. Ruyschiana* (cf. A et D. Löve, 1944).

Le nombre 6 est le plus fréquent et le plus faible dans le genre *Linaria.* Les deux espèces atlasiques qui ont été étudiées ici ont précisément un génome égal à 6.

Le genre *Campanula* constitue sur les Atlas un ensemble très complexe du point de vue cyto-taxinomique. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet. Toutefois, ici encore, les Campanules endémiques des hautes montagnes nord-africaines ont, en général, une garniture chromosomique réduite : *Campanula Vaillanti:* n = 7, *Campanula saxifragoides* n = 7 ou 8.

*Bellis caerulescens* possède 9 paires de chromosomes comme les autres espèces appartenant à ce genre. Il en est de même pour *Erigeron Mairei, Artemisia Flahaultii, Leucanthemum atlanticum, Leucanthemum pseudo-catananche, Anacyclus atlanticus* et *Phagnalon helichrysoides.*

Chez *Cirsium chrysacanthum* n = 7 comme chez la plupart des autres espèces appartenant à ce genre (cf. en part. Wulf, 1937).

*Scorzonera pygmaea :* n = 7 possède le même nombre de chromosomes

que les autres espèces méditerranéennes occidentales appartenant à ce genre.

*Hypochoeris leontodontoides:* n = 6; dans le genre *Hypochoeris* n peut égaler 4, 5 ou 6 (cf. A. et D. Löve, 1944) en l'état actuel de nos connaissances il est difficile de chercher à préciser quel est le chiffre de base de ce genre.

2° Quelques endémiques atlasiques possèdent toutefois un nombre de chromosomes relativement élevé et doivent être considérés comme des types polyploïdes. Tel est le cas de :

*Draba oreadum* . . . . . n = 16
*Rorippa atlantica* . . . . . n = 14
*Arenaria Mairei* . . . . . n = 15
*Arenaria dyris* . . . . . n = 20
*Sedum atlanticum* . . . . . n = 16
*Gnaphalium Genevoisii* . . . . . n = 21 (?)

Le chiffre de base du genre *Draba* est, nous l'avons vu, égal à 8. Toutefois cette valeur n'est conservée que dans un très petit nombre d'espèces : *Draba oreadum* comme *D. incana* (cf. Heilborn, 1927) représente au sein de ce genre un type tétraploïde, alors que la majorité des espèces vivaces alpines répond à des types octoploïdes (Heilborn, 1941).

*Rorippa atlantica* avec un génome égal à 14 constitue un type aberrant au sein de ce genre où le nombre de base est 8. Il est possible que l'espèce atlasique représente un aneu-polyploïde vis-à-vis des espèces avec lesquelles elle offre quelque affinité; *E. austriaca* et *R. islandica:* n = 8 (cf. Howard, 1947).

Les endémiques orophiles marocains appartenant au genre *Arenaria* représentent tous des types polyploïdes. Le nombre de base du genre paraît être en effet égal à 10; or les espèces atlasiques endémiques possèdent un génome égal à 15 ou 20. *A. dyris* n = 20 représenterait donc un type tétraploïde; *A. Mairei* ainsi d'ailleurs que *A. pungens* (cf. *infra*) n = 15 posent par contre un délicat problème, d'autant que les étroites affinités systématiques existant entre *A. dyris* et *A. pungens* empêchent de considérer le nombre chromosomique de cette dernière espèce comme primitif. *A. pungens* et *A. Mairei* constitueraient-ils des hybrides fixés entre espèces diploïdes et tétraploïdes ?

*Sedum atlanticum* n =16 doit être également considéré comme une espèce polyploïde puisque dans le genre *Sedum* le nombre de base est 6, 7 ou 8 (cf. Tischler, 1950). Toutefois, l'appartenance réelle de cette espèce au genre *Monanthes* ne permet pas de conclure d'une façon précise, en l'absence complète de documents cyto-taxinomiques sur ce genre essentiellement macaronésien.

*Gnaphalium Genevoisii* enfin (n = 21) constitue un type hexaploïde, le nombre de base du genre *Gnaphalium* étant 7 (cf. Wulff, 1938).

3° Parmi les espèces polyploïdes, il faut faire une place spéciale à quelques espèces orophiles endémiques dérivant par multiplication de génomes d'espèces nord-africaines localisées à des altitudes relativement faibles. La discrimination taxinomique n'a d'ailleurs pas toujours atteint ici l'échelon spécifique, toute-

fois le processus étant identique dans tous les cas, il est normal d'envisager ici les différents exemples que nous avons rencontrés.

Un cas remarquable est celui du genre *Artemisia*. En effet, à partir de l'espèce *A. herba-alba* extrêmement répandue en Afrique du Nord, où elle se rencontre surtout dans la région des hautes plaines, se sont individualisées plusieurs espèces orophiles localisées sur les sommets du Haut Atlas et du Moyen Atlas oriental. Ces espèces sont morphologiquement très affines de *A. herba-alba*, elles s'en distinguent toutefois par leur port sous-frutescent plus élevé, et une taille plus considérable de tout leur appareil végétatif. L'examen de *A. atlantica*, espèce localisée sur le Haut Atlas au-dessus de 2 300 m, nous a montré qu'il s'agissait là d'un type tétraploïde à 2 n = 36. Cette constatation est particulièrement intéressante, car sur le Haut Atlas, les autres espèces appartenant au genre *Artemisia*, que nous avons étudiées, sont toutes à 2 n = 18. Ce sont :

— une espèce endémique systématiquement très isolée : *A. Flahaultii ;*

— une sous-espèce endémique géographiquement disjointe du type : *A. alba* ssp. *chitachensis*.

Ici donc la polyploïde n'affecte ni le type archaïque, ni le type micro-endémique disjoint d'une espèce eurasiatique, mais uniquement l'espèce individualisée sur place à une date relativement récente. En effet, *Artemisia atlantica* ne saurait dériver de *A. herba-alba* que depuis la surrection pliocène de la chaîne atlasique.

Les espèces nord-africaines du genre *Campanula* sont également susceptibles de fournir des exemples analogues. Parmi les espèces que nous avons pu étudier, le cas de *C. filicaulis* est particulièrement évocateur. Cette espèce polymorphe (cf. Quézel, 1952) comprend en effet des variétés spéciales aux hauts plateaux, depuis la Tunisie centrale jusqu'à la Moulouya, et des variétés orophiles localisées sur les Atlas marocains. La variété *Reboudiana* assez largement répandue sur les affleurements gypseux des hautes plaines nord-africaines possède un nombre haploïde de chromosomes égal à 8 ; 8 étant précisément le chiffre de base le plus bas connu chez le genre *Campanula*. Cette variété ne dépasse guère l'altitude de 1 200 m. Au contraire, les variétés alticoles *eu-filicaulis*, caractéristique entre 1 800 et 3 000 m de garrigues altimontaines atlasiques et *pseudo-radiosa*, localisée dans les pozzines des Atlas entre 2 000 et 3 500 m sont toutes deux des hexaploïdes (2 n = 48). Ici encore donc, les variétés orophiles endémiques atlasiques paraissent dériver par multiplication du génome d'un type archaïque à nombre chromosomique très faible n'accusant aucune tendance à l'orophilie.

D'autres *Campanules* nord-africaines se sont comportées d'une façon analogue et en particulier celles qui appartiennent au taxon de *C. saxifragoides*. En effet, ici, le nombre chromosomique de base est égal à 7, nombre singulièrement bas, se retrouvant encore dans l'espèce *C. saxifragoides* dont le centre de dispersion est représenté par les hauts plateaux d'Oranie et du Maroc oriental. Au contraire, l'espèce *C. Guinochetii*, systématiquement affine et qui se rencontre sur divers sommets du Haut Atlas calcaire, mais toujours au-dessus de 2 800 m, représente un type tétraploïde à 2 n = 28.

Un autre exemple est fourni par l'espèce *Arenaria pungens* (cf., p. ) dont les sous-espèces alticoles sont toutes tétraploïdes vis-à-vis de la sous-espèce *parviflora* que nous avons découverte en 1954 aux environs de m'Semrir.

Il faut toutefois remarquer que la polyploïdie n'est cependant pas la règle absolue chez les endémiques orophiles de souche autochtone. Ainsi *Alyssum Embergeri* possède un génome égal à 8 comme *A. montanum* dont il dérive certainement.

4° Un problème qui doit se poser ici est celui du comportement caryologique des micro-endémiques et avant tout des types à races géographique ou écologique multiples qui jouent un rôle de premier plan dans la flore atlasique.

Nous nous sommes en particulier attaché à étudier un certain nombre d'espèces représentées par des sous-espèces ou des variétés différentes sur le Haut Atlas siliceux et le Haut Atlas calcaire.

Sur six espèces, nous sommes arrivé aux résultats suivants :

| | | n = |
|---|---|---|
| — *Heracleum Sphondylium :* | | |
| ssp. *montanum* | Ca — | 11 |
| ssp. *Embergeri* | Ca + | 11 |
| — *Centranthus angustifolius :* | | |
| ssp. *marocanus* | Ca — | 8 |
| ssp. *Battandieri* | Ca + | 8 |
| — *Arenaria pungens :* | | |
| ssp. *eu-pungens* | Ca — | 30 |
| ssp. *Boissieri* | Ca + | 30 |
| — *Cirsium chrysacanthum :* | | |
| var. *eu-chrysacanthum* | Ca — | 17 |
| var. *sub-ornatum* | Ca + | 17 |
| — *Hypocheris leontodontoides :* | | |
| var. *eu-leontodontoides* | Ca — | 6 |
| var. *villosa* | Ca + | 6 |
| — *Anacyclus atlanticus :* | | |
| var. *eu-atlanticus* | Ca — | 9 |
| var. *vestitus* | Ca + | 9 |

En aucun cas, donc, le nombre chromosomique des types calcicoles et calcifuges ne présente de différences. Bien que nous n'ayons pu étudier que quelques espèces, l'uniformité des résultats mérite d'être soulignée. Ces constatations sont intéressantes car elles confirment sur le plan caryologique la grande plasticité édapho-chimique des espèces oro-méditerranéennes en Afrique du Nord.

De même, nous avons pu étudier quelques espèces représentées sur les divers sommets des Atlas par de nombreuses races géographiques. Tel est le cas pour *Vicia glauca* et *Draba oreadum.*

*Vicia glauca* est représenté en Afrique du Nord par six variétés :

| | |
|---|---|
| var. *rerayensis* | Haut Atlas siliceux |
| var. *ayachica* | Haut Atlas calcaire |
| var. *auremerica* | J. Andromeur |
| var. *mesantlantica* | Moyen Atlas oriental |
| var. *montisferrati* | Djurdjura |
| var. *aurasiaca* | Aurès. |

Toutes ces variétés, sauf la dernière, que nous n'avons pu étudier. présentent un nombre de chromosomes toujours égal à 7.

*Draba oreadum*, espèce localisée sur quelques sommets du Haut Atlas, fournit un exemple analogue. Cette espèce individualise en effet trois races géographiques distinctes ne présentant aucune différence dans leur caryogramme :

— *Draba oreadum* ssp. *normalis* var. *genuina :* Haut Atlas de Marrakech n = 16;

— *Draba oreadum* ssp. *normalis* var. *anremerica :* Andromeur, m'Goun n = 16;

— *Draba oreadum* ssp. *Mariae Aliciae:* Ayachi n = 16.

***

Ainsi donc, les endémiques atlasiques, d'une façon générale doivent être considérées comme des types archaïques à nombre chromosomique faible n'accusant que des tendances extrêmement réduites à la polyploïdie; de même, l'individualisation de races écologiques ou géographiques ne paraît pas s'accompagner de modifications du caryotype.

Toutefois, ici comme sur les montagnes européennes, certaines espèces ou variétés orophiles taxonomiquement assez mal individualisées dérivent par multiplication du génome de plantes largement répandues dans les plaines voisines.

## LES ESPÈCES D'AFFINITÉ EURASIATIQUE

Il était intéressant de chercher à préciser la valeur de diverses espèces d'affinité européenne sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord, aussi nous sommes-nous attaché surtout à étudier quelques-unes d'entre elles. Nous avons pu en compter 18 parmi lesquelles figurent 10 espèces localisées dans les pozzines suintantes du Haut Atlas.

Comme il a été précisé plus haut, les espèces européennes constituent toutes sur les hautes montagnes nord-africaines des types résiduels, mettant à profit pour se maintenir, des conditions micro-climatiques très spéciales, sans aucun rapport avec le climat général de ces montagnes. D'assez nombreuses formes

endémiques ont été distinguées : toutes se traduisent sur le plan morphologique par une réduction considérable de l'appareil végétatif; il était donc intéressant de chercher à analyser ces formes sur le plan caryologique.

De nos résultats il est possible de déduire les faits suivants :

1° Sur les 18 espèces qui ont été étudiées, aucune ne constitue de type polyploïde, bien que certaines d'entre elles appartiennent à des groupes constituant sur les montagnes européennes, des complexes polyploïdes.

*Poa alpina* en provenance des pozzines culminales du Toubkal, possède 7 chromosomes, alors qu'en Europe (cf. MÜNTZING, 1940; A. et D. LÖVE, 1942) les chiffres de 7, $\frac{21}{2}$, 14, 21, ont été rencontrés.

*Parnassia palustris :* n = 9 sur tout le Haut Atlas comme d'ailleurs sur les montagnes européennes. Par contre, n = 18 en diverses stations scandinaves (ERLANDSSON, 1944).

*Linum catharticum :* n = 8 (pozzines du m'Goun) comme chez les échantillons étudiés par DE VILMORIN et SIMONET (1922) alors que MARTZENITZINA (1927) a trouvé n = Ca $\frac{57}{2}$.

2° 12 espèces sur 18 possèdent sur les Atlas la même garniture chromosomique que sur les montagnes européennes :

— Sept sont localisées dans les pozzines suintantes. Ce sont :

- — Trois gentianes : *G. tenella* n = 5, *G. verna* n = 14 et *G. ciliata* n = 22. (En Europe, cf. FAVARGER, 1939).
- — *Nardus stricta* n = 13 (en Europe, cf. AVDULOV, 1928),
- — *Deschampsia caespitosa* n = 14 (en Europe, n = 13 ou 14),
- — *Triglochin palustre* n = 12 (en Europe, cf. WULF, 1939),
- — *Euphrasia minima* n = 22 (en Europe, cf. WITSCH, 1932);

— Deux sont des espèces du bord des eaux :

- — *Heracleum Sphondylium* n = 11 (en Europe, cf. MELDERIS, 1930),
- — *Stellaria uliginosa* n = 12 (en Europe, cf. PETERSON, 1935);

— Trois enfin sont localisées sur les rochers :

- — *Rhamnus pumila* n = 12 (en Europe, cf. WULF, 1939);
- — *Rhamnus alpina* n = 12 (en Europe, cf. WULF, 1939),
- — *Hieracium amplexicaule* n = 14 (en Europe, cf. ROSENBERG, 1926).

3° Il faut remarquer que sur ces douze espèces, trois constituent des types spéciaux à l'Atlas ou au moins aux montagnes méditerranéennes :

- — *Gentiana verna* ssp. *Peneti*
- — *Euphrasia minima* ssp. *Wilkommii*
- — *Heracleum Sphondylium* ssp. *montanum* et ssp. *Embergeri*.

Toutes possèdent le même nombre de chromosomes que les variétés européennes.

4° Enfin, trois espèces sur dix-huit nous ont révélé une garniture chromosomique beaucoup plus simple que les types qu'elles individualisent sur les montagnes européennes. Ce sont :

— *Androsace villosa* var. *subexscapa* . . . . . n = 10
— *Viola palustris* . . . . . n = 12
— *Luzula spicata* . . . . . n = 6

Nous avons déjà signalé (cf. GUINOCHET et QUÉZEL, 1954) le cas de *Androsace villosa* dont le type eurasiatique constitue un aneu-polyploïde (n = 18) vis-à-vis de la variété nord-africaine.

*Viola palustris* doit être considérée en Europe comme une tétraploïde n = 24 (cf. en part. CLAUSEN, 1927; GERSTROV, 1926) vis-à-vis du type atlasique (n = 12).

Il en est de même pour *Luzula spicata ;* n = 12 en Europe (cf. BÖCHER, 1938, variété tétraploïde) alors que n = 6 dans les pozzines du Haut Atlas (variété diploïde).

Ces constatations sont remarquables. En effet, les types localisés sur les montagnes nord-africaines des trois espèces précédentes, représentent certainement les formes archaïques à nombre chromosomique de base très réduit, de ces espèces qui sont aujourd'hui largement répandues à l'état de polyploïdes sur les montagnes européennes. Ainsi donc, sur les Atlas ne paraît exister aucune forme polyploïde d'espèces eurasiatiques, et même certaines espèces se trouvent être en Europe des polyploïdes vis-à-vis de leurs variétés nord-africaines.

L'hypothèse que nous avions soulevée à propos de la découverte sur les Atlas d'une variété à n = 10 de *Androsace villosa* se trouve donc encore étayée par la présence dans les pozzines de cette chaîne de *Luzula spicata* à n = 6 et de *Viola palustris* à n = 12. Ainsi la théorie émise en particulier par HAGERUP (1931), NORDHAGEN (1933), DAHL (1946), A. et D. LÖVE (1949), GUSTAFSSON (1948) tendant à considérer les espèces polyploïdes comme des formes adaptées à la vie dans les régions froides paraît trouver ici une intéressante confirmation. Il paraît probable que sur les montagnes d'Europe, lors des grandes glaciations, les espèces précitées ont individualisé des types tétraploïdes plus résistants aux nouvelles conditions écologiques qui les sollicitaient; les types diploïdes, au contraire, refoulés vers le Sud, n'ont pu se maintenir que sur les montagnes nord-africaines où les glaciations ont présenté un caractère assez atténué et où, de toute façon, les maxima thermiques restaient encore relativement élevées.

Toutefois, nous ne saurions admettre cette hypothèse dans son énoncé actuel; en effet, les formes polyploïdes paraissent avoir une signification beaucoup plus large et traduire, en réalité, un mode d'adaptation de l'espèce végétale à des facteurs écologiques nouveaux dans lesquels le type primitif ne peut survivre qu'avec d'extrêmes difficultés. En effet, comme nous

avons pu le montrer, la polyploïdie est très largement répandue chez les espèces méditerranéennes, actuellement isolées sur les sommets du Hoggar (cf. QUÉZEL, 1954); elle ne semble traduire dans ce cas qu'un mode d'adaptation au climat nouveau essentiellement désertique qui sollicite ces espèces survenues au Sahara central lors des périodes pluviales quaternaires.

***

L'absence de types polyploïdes chez les espèces eurasiatiques actuellement isolées sur les Atlas et la localisation sur ces sommets d'espèces diploïdes archaïques représentées par des formes polyploïdes sur les montagnes européennes permettent d'arriver aux conclusions suivantes :

— le régime thermique des hauts sommets nord-africains, au moins dans les zones d'humidité permanente, doit à l'heure actuelle, être sensiblement analogue au régime thermique des montagnes européennes à la fin de la période tertiaire;

— la présence d'espèces eurasiatiques disjointes sur les sommets des Atlas ne saurait être considérée comme d'origine récente. Si les oiseaux ou les insectes ont joué un rôle, pour la quasi totalité d'entre elles, l'immigration doit être concomitante des grandes glaciations et de toute façon, antérieure à l'individualisation en Europe des types polyploïdes de *Androsace villosa, Viola palustris, Luzula spicata;*

— enfin, la formation de races polyploïdes ne saurait être mise exclusivement sur le compte des rayons cosmiques. En effet, les espèces eurasiatiques atteignent sur les Atlas des altitudes très considérables et de toute façon, bien supérieures à celles qu'elles atteignent en Europe; et cependant, alors qu'à ces altitudes l'influence des rayons cosmiques devient de plus en plus intense, aucune forme polyploïde ne s'est constituée. Leur rôle ne saurait être invoqué tout au plus que pour l'augmentation des taux de mutations, et encore, associé aux phénomènes de disparition des gènes rares sous l'action de l'isolement géographique des populations (STEBBINS, 1954).

Ainsi par ses caractères cyto-taxonomiques, la flore des montagnes d'Afrique du Nord, peut être considérée dans sa majorité comme essentiellement constituée de types archaïques à nombre chromosomique peu élevé, chez qui la polyploïdie est exceptionnelle. Il est intéressant de considérer que G. MARTINOLI est arrivé à des conclusions analogues à propos de la flore de la Sardaigne (cf. C. R. VIII[e] Congrès Int. Bot., 9).

Rappelons, en effet, que le pourcentage de polyploïdes dénombré ici, est inférieur à 10 % des 120 espèces que nous avons étudiées. En bref, il est possible de dégager de ce chapitre les faits principaux ci-dessous :

— les espèces méditerranéennes sur les Atlas ne présentent de la polyploïdie que chez quelques types dont le centre de dispersion est indiscutablement sur le revers septentrional du sillon mésogéen; inversement, diverses espèces largement répandues sur les sommets atlasiques sont représentées en France méridionale par des formes polyploïdes;

— la polyploïdie est également exceptionnelle chez les endémiques atlasiques, elle n'affecte que de très rares types alticoles appartenant aux genres *Draba, Arenaria, Sedum, Gnaphalium,* ou des variétés et des types différenciés « in situ » à partir d'espèces planitiaires nord-africaines; les micro-endémiques que nous avons étudiés ne nous ont montré aucun cas de polyploïdie, qu'il s'agisse de races écologiques ou géographiques;

— enfin, les espèces à affinité européenne, possèdent toutes sur les montagnes nord-africaines un nombre chromosomique égal au chiffre le plus bas rencontré déjà en Europe, sauf *Androsace villosa, Viola palustris, Luzula spicata,* dont les variétés européennes constituent en réalité des types polyploïdes vis-à-vis de ceux que nous avons pu étudier en Afrique du Nord.

# ESSAI DE SYNTHÈSE HISTORIQUE DU PEUPLEMENT VÉGÉTAL DES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

Il semble maintenant possible, à la lumière des documents rassemblés dans les chapitres précédents, de proposer un aperçu général sur la façon dont s'est effectué le peuplement végétal des montagnes nord-africaines. Certes, il ne saurait s'agir que d'un schéma, faisant le point en l'état actuel de nos connaissances sur cette délicate question ; nous ne nous dissimulons pas la part d'hypothèses et d'interprétations qui sont nécessaires pour établir cette synthèse historique. Toutefois, quelle que soit la part de l'aléatoire, certaines idées générales, certains faits s'imposent aujourd'hui avec trop d'insistance pour qu'il soit possible de les négliger.

La première surrection des chaînes atlasiques remonte, nous l'avons vu, à la fin de l'Éocène. Elle est contemporaine de l'épanouissement des plissements pyrénéens. Que fut la flore de l'Atlas Oligocène ? Il faut reconnaître que nous n'en savons absolument rien. En France méridionale, la végétation était alors typiquement tropicale (cf. en part. les travaux de DE SAPORTA), tout laisse supposer qu'il en était de même en Afrique du Nord. Toutefois les paléogéographes (cf. KŒPPEN et WEGENER) considèrent que durant l'Oligocène et le Pliocène, toute la région méditerranéenne actuelle était occupée par une zone d'aridité. Il est probable, que c'est alors que s'est individualisée la majeure partie de la flore mésogéenne à partir de laquelle s'est formée la flore méditerranéenne actuellement en place. Il n'est pas possible de dire si cette flore s'est formée dans les principaux massifs refuges de cette période : Massif bético-rifain, Tyrrhénide, Égéide, ou bien si elle n'a trouvé là que des stations d'attente favorables à sa maturation. C'est cette deuxième hypothèse qu'il convient plutôt de retenir si l'on admet la théorie polaire de WALLACE qui tend à admettre l'origine arctique de toutes les flores qui se sont succédées sur la terre, et plus spécialement celle des régions tempérées actuelles. De toute façon, déjà au Miocène moyen (Burdigalien) l'individualisation des espèces oro-méditerranéennes devait être achevée, au moins en partie. En effet, plusieurs d'entre elles ont atteint les sommets de la Macaronésie *(Viola cheiranthifolia, Saxifraga maderensis)*, dont la séparation du continent africain date de cette époque. C'est d'ailleurs également de cette période que DE PEYERIMHOFF date l'individualisation chez les Coléoptères de ses arcto-tertiaires qui sont les homologues des orophytes méditerranéens.

Turmel (1951) étudiant les migrations du genre *Eryngium*, arrive d'ailleurs lui aussi à des conclusions analogues. Le genre se serait différencié sans doute au Pontien dans le proche Orient, et aurait atteint la région méditerranéenne occidentale au Miocène inférieur. Le peuplement du Maroc, où existent plusieurs espèces endémiques, se serait effectué surtout par l'intermédiaire de la région bético-rifaine. Arenes (1951) émet une opinion analogue pour expliquer la répartition des Composées dans la région ibéro-mauritanienne.

C'est donc très probablement à l'Oligocène et dans la première moitié du Miocène que se sont formées les flores oro-méditerranéennes; il est sans doute possible de dater de la régression Chattienne, les échanges floristiques qui ont assuré l'extension des espèces individualisées surtout sur la Tyrrhénide et le massif bético-rifain. De même, à cette période a dû être possible le passage des orophytes mésogéens orientaux vers les sommets atlasiques et macaronésiens; par contre, les éléments orientaux steppiques qu'il est possible de rapporter à l'élément sarmatique ou irano-touranien, ont au contraire gagné l'Europe et l'Afrique du Nord à la fin du Miocène, et plus spécialement pendant le Pontien (cf. en part. Braun-Blanquet, 1923).

Il est de plus en plus probable, que sur les pourtours de la région méditerranéenne tout au moins, à la fin du Miocène, les chaînes de montagnes surgies dans la première moitié du Tertiaire, avaient été pratiquement nivelées par l'érosion et ne devaient pas dépasser une altitude de 2 000 m. Si l'on admet cette façon de voir, la question du maintien de la flore orophile sur le pourtour méditerranéen occidental devient délicate à interpréter. Il ne faut toutefois pas oublier que le climat du Miocène a été un climat nettement plus humide que le climat actuel. Des espèces orophiles actuellement localisées en altitude par leurs exigences micro-climatiques et avant tout pour éviter les rigueurs de l'été méditerranéen, ont très bien pu, sous un climat plus humide et même relativement plus chaud, présenter des exigences altitudinales bien moins strictes. D'ailleurs, beaucoup d'orophytes méditerranéens possèdent une amplitude altitudinale et une plasticité écologique remarquables. A ce propos, il serait plus exact de dire : « les orophytes méditerranéens qui se sont maintenus en Afrique du Nord » car, il n'est pas douteux que la flore oro-méditerranéenne atlasique actuelle est une flore pauvre et résiduelle. Il est enfin possible d'envisager la possibilité d'une adaptation progressive des types archaïques de nouveaux facteurs climatiques, qu'il s'agisse d'ailleurs de modifications génétiques ou simplement au contraire, d'adaptation stationnelle; la richesse des falaises rocheuses en endémiques paléogénétiques, n'est certainement pas l'œuvre du hasard. Tout laisse donc à penser qu'au début du Pliocène, la flore orophile atlasique était mal représentée, et localisée dans certaines stations particulières; à ce point de vue, il ne faut pas perdre de vue que l'Atlas a toujours été en contact avec la région saharienne qui paraît être demeurée aride pendant la majeure partie du Miocène et le début du Pliocène. Une flore xérophile relativement alticole, a donc alors très bien pu se développer et trouver refuge sur les piedmonts méridionaux des Atlas, dont le rôle en tant que foyer d'individualisation de types endémiques a maintes fois été signalé.

La surrection Astienne atlasique poursuivie pendant tout le Villafranchien en Afrique du Nord, a permis à nouveau l'épanouissement d'une flore orophile. Que fût cette flore ? Aucun document paléobotanique ne nous permet pour

l'instant de l'imaginer. Toutefois, les communications avec l'Europe s'étant maintenues par Gibraltar au moins, semble-t-il, jusqu'au Plaisancien, il est probable qu'une flore sensiblement analogue à celle qui a été rencontrée par exemple dans les cinérites du Cantal ou les tufs de Meximieux végétait alors sur les Atlas, où le Cèdre et le Chêne de Murbeck devaient déjà être présents. A plus basse altitude, comme l'a montré KRAUSSEL en Égypte, la flore était typiquement tropicale *(Acacia, Sterculia, Palmiers)*. C'est toutefois sans doute à cette période qu'ont commencé à se répandre à nouveau sur les sommets atlasiques, les orophytes tertiaires immigrés au Miocène. Il est peu probable que beaucoup soient parvenus sur les Atlas à cette période, et de toute façon, la pénétration en Afrique du Nord des oro-méditerranéens orientaux n'était plus possible à la suite de la fragmentation des chaînes de montagnes en Méditerranée orientale; d'autre part, l'effondrement de Gibraltar, et la dislocation du massif bético-rifain rendait problématique, sous un climat d'allure tropicale, la migration vers le Sud d'espèces oro-méditerranéennes présentes dans la péninsule ibérique. Il paraît plus logique de penser que la colonisation de ces sommets par les orophytes méditerranéens, s'est surtout effectuée à partir des colonies résiduelles qui avaient pu se maintenir dans les zones pré-sahariennes.

Le début des périodes pluviales a amené d'importantes perturbations dans la constitution de l'édifice floristique atlasique. En premier chef, le refroidissement du climat a permis la migration vers l'Afrique du Nord de diverses espèces eurasiatiques, et de quelques orophytes européens. Même si l'on admet l'existence du détroit de Gibraltar à cette époque, ce qui est très probable, un bras de mer d'une trentaine de kilomètres, s'il était un obstacle infranchissable pour les mammifères en particulier (cf. HEIM DE BASAC, 1936) n'a pu empêcher bien efficacement les échanges de flore entre les rivages de la Bétique et celle du Rif. Les périodes pluviales ont entraîné vers le Sud, un important contingent d'espèces nordiques, contingent qui est allé en s'amenuisant depuis les Pyrénées jusqu'aux Atlas; mais, comme nous l'ont montré les études cytocaryologiques, la majeure partie de ces espèces gardaient sur les montagnes nord-africaines, leur caractère archaïque, alors que les modifications intenses du climat, entraînaient en Europe l'individualisation de types caryologiques nouveaux. Il est d'ailleurs fort instructif de considérer que les orophytes qui ont atteint les Atlas, y sont parvenus en groupes, en gardant en quelque sorte leur constitution en associations végétales. L'exemple le plus évocateur étant celui des Nardaies qui a été évoqué plus haut.

Mais, si l'installation des périodes pluviales a rendu possible la migration sur les Atlas d'orophytes européens, elle a également dû permettre de multiples échanges dans la flore orophile de souche méditerranéenne qui se rencontrait encore sur la péninsule ibérique. En effet, même si l'on admet que des forêts de feuillus et de conifères ont prospéré sur l'Atlas au début du quaternaire, il ne faut pas oublier que les facteurs climatiques y ont conservé une haute individualité, les phénomènes glaciaires y révèlent en particulier l'existence d'été relativement chauds et secs; dans ces conditions, il n'est pas douteux que les orophytes méditerranéens aient pu largement se maintenir même durant les pluviaux sur toutes les montagnes nord-africaines.

De même, des échanges de flore ont été possibles entre les montagnes de

Numidie et celles de la péninsule italique. C'est sans doute de cette période que datent les orophytes méditerranéens orientaux (*Saponaria, Scabiosa crenata* en part.) qui font défaut sur les Atlas marocains. Quelques orophytes méditerranéens ou même européens ont emprunté la même voie; ils manquent également sur les montagnes marocaines *(Alopecurus Gerardi, Ribes petraeum)*.

Enfin, l'assèchement climatique post-glaciaire a opéré à nouveau sur une sélection végétale rigoureuse. Il a dû entraîner l'appauvrissement du lot des orophyte européens (le Hêtre existait pendant le trosième inter-glaciaire sur les montagnes de Tunisie); il a d'autre part localisé les vestiges de cette flore dans quelques localités micro-climatiquement très spéciales où ils font figure de reliques. D'autre part, se sont progressivement ruinées, sous l'action combinée de l'homme et du climat, les vastes forêts qui recouvraient encore l'Afrique du Nord au début de la période historique. Cette détérioration du tapis végétal s'est accompagnée d'une extension massive en montagne des orophytes méditerranéens, seuls aptes à se maintenir dans des conditions climatiques et édaphiques aussi hostiles.

***

Il convient encore de chercher à préciser, si les conclusions auxquelles a conduit l'étude de la flore orophile nord-africaine, sont compatibles avec les conceptions actuelles des géomorphologistes, à propos de l'orogénie atlasique.

Il a été dit plus haut que, géographes et géologues sont actuellement tous d'accord en Afrique du Nord, pour affirmer que le relief contemporain ne saurait en aucune façon être antérieur au milieu du Pliocène. Cette période géologique a débuté sur une Afrique du Nord aplanie dont les plus hauts sommets ne devaient pas dépasser l'altitude de 2 000 m.

La mise en parallèle de la flore des Atlas avec celle des montagnes européennes, n'est pas dépourvue d'enseignements. En effet, un des caractères majeurs de la flore orophile nord-africaine est constitué par sa pauvreté : à peine plus de 600 espèces pour une superficie nettement supérieure à celle des Pyrénées. Cette flore d'ailleurs, revêt très souvent une pauvreté encore plus considérable, car, plus de deux cents espèces sont étroitement localisées sur des parois rocheuses ou dans des pozzines ne représentant pas plus de 5 % de la surface totale du massif. La végétation climacique représentée par les garrigues montagnardes à xérophytes épineux, doit être considérée comme un groupement de remplissage où les facteurs écologiques ont sélectionné à outrance les espèces végétales qui la constituent. Ainsi, se sont trouvées groupées en des associations extrêmement homogènes et uniformes, parce que étroitement conditionnées par la rigueur des conditions écologiques, des espèces dont la signification biogéographique est des plus variée : quelques-unes *(Arenaria pungens, Pseudo cytisus, Bupleurum spinosum)* accusant très probablement une origine autochtone, d'autres *(Erinacea, Cytisus Balansae, Alyssum spinosum)* tirant plus probablement leur origine des montagnes de la péninsule ibérique, les autres enfin *(Astragalus, Festuca* div.*)* accusant d'étroites affinités avec des orophytes méditerranéens orientaux.

Un des caractères essentiels de ces espèces, est leur extrême plasticité écologique; plusieurs en effet, s'accommodent encore aujourd'hui du climat des

montagnes méditerranéennes du Midi de la France, et il n'est pas douteux que beaucoup d'entre elles aient pu subsister sur les Atlas aplanis du début du Pliocène. Leur arrivée sur les hautes montagnes nord-africaines est en effet très probablement largement antérieure à cette période, puisque, nous l'avons dit, l'élément méditerranéen oriental est antérieur en Afrique du Nord à la fin du Miocène; les biogéographes s'accordent (JEANNEL, 1942) pour voir dans le Pontien, la dernière période géologique où des échanges de flores et de faunes ont été possibles avec le proche Orient. D'autre part, le maintien de ces espèces sur les montagnes de l'Afrique du Nord pendant les périodes pluviales ne pose pas de problème insoluble. En effet, il convient de remarquer que, même à ces périodes, l'ensoleillement est demeuré considérable et les maxima diurnes relativement élevées sur les chaînes atlasiques puisque les phénomènes glaciaires y revêtent un aspect très spécial et, de toute façon, même à ces périodes, une zone d'aridité relative persistait dans la région saharienne. Les montagnes du pourtour septentrional de ce désert ont alors pu servir de stations refuges pour les éléments les plus xérophiles de la flore alticole de souche méditerranéenne.

Un autre argument en faveur de la mise en place relativement récente de la flore orophile nord-africaine, est fourni par l'abondance de types alticoles individualisés à partir d'espèces planitiaires mauritaniennes. Le fait qu'il s'agisse souvent de races polyploïdes est de ce point de vue spécialement parlant. En effet, comme nous l'avons vu, la polyploïdie doit être bien souvent regardée comme un mode d'adaptation des espèces à des conditions climatiques nouvelles auxquelles les types archaïques ne sont plus adaptés; il est probable que la surrection de sommets élevés, fournissant des micro-climats nouveaux, et de vastes territoires à coloniser, ait entraîné l'épanouissement de diverses races orophiles, parmi lesquelles, une place de premier choix est réservée aux polyploïdes. Certes, ici, des recherches caryosystématiques nombreuses doivent être encore poursuivies avant d'arriver à une connaissance complète des caryotypes de la flore orophile de souche autochtone, mais cependant, les quelques exemples fournis plus haut, et en particulier ceux de *Arenaria pungens*, de *Artemisia atlantica*, et des *Campanules* alticoles, sont particulièrement nets.

De même, nous avons déjà signalé l'absence complète sur les hautes montagnes nord-africaines de genres endémiques. Cette constatation ne peut s'expliquer que par une individualisation récente de la flore orophile atlasique. En effet, si l'on se rapporte encore au travail d'EMBERGER sur les genres de la flore marocaine (1949), on constate que le nombre de genres endémiques au Maroc est surtout considérable dans les zones arides. Voici les chiffres fournis par cet auteur :

| | | |
|---|---|---|
| Étage méditerranéen aride. . . . . | 23 | genres endémiques |
| Étage méditerranéen semi-aride. . . . . | 27 | — |
| Étage méditerranéen sub-humide . . . . | 9 | — |
| Étage méditerranéen humide. . . . . | 5 | — |
| Étage méditerranéen de montagne . . . | 3 | — (1) |

(1) En réalité, aucun des genres donnés par EMBERGER comme endémiques de l'étage méditerranéen de montagne, ne peut être considéré comme spécial à cet étage de végétation. Ils se retrouvent à plus faible altitude (*Cossonia*, *Pitardia*) ou existent ailleurs (*Monanthes*).

Le nombre élevé de genres endémiques dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique du Nord est aisé à interpréter; en effet, ces régions ont servi de refuges à la flore tertiaire à la suite des périodes pluviales; d'autre part, il est incontestable que la zone pré-saharienne a constitué en Afrique du Nord un centre d'individualisation de flore très important. C. L. Stebbins a d'ailleurs mis l'accent sur le rôle de premier plan joué dans la formation des espèces par les régions semi-désertiques. Par contre, si l'on admet que la flore orophile atlasique est en place depuis les débuts de l'orogénie de ces massifs, il est extrêmement difficile de rendre compte de l'absence de genres endémiques à ce niveau, d'autant que les facteurs climatiques sévissant sur ces sommets, présentent d'étroites affinités avec ceux des régions semi-arides du Maroc pré-saharien. Qui plus est, les contrastes thermiques y sont encore plus accusés, et l'individualisation à l'échelon générique de nombreux types endémiques y aurait été possible.

La singularité et le rôle éminent joué par ce milieu climatique dans l'individualisation de types endémiques est d'ailleurs nettement mis en évidence par la multiplicité des espèces endémiques qui s'y rencontrent : plus de 160, soit près de 25 % de la totalité des espèces. Il est donc infiniment probable que l'absence à ce niveau de genres endémiques ne saurait s'expliquer que par la jeunesse relative de la flore, jeunesse ayant toutefois permis la formation de multiples espèces endémiques, exceptionnellement celle de sous-genres, jamais celle de genres.

Des arguments peuvent cependant être fournis à l'encontre de cette théorie.

Le premier est d'ordre caryosystématique; en effet, il a été établi plus haut, que par leur nombre chromosomique faible, et l'absence à peu près absolue de types polyploïdes, la flore orophile nord-africaine présente tous les caractères d'une flore archaïque. Certes, si ces conclusions sont exactes, elles méritent néanmoins d'être précisées. En effet, l'archaïsme décelé par l'analyse caryologique, est un archaïsme relatif, il ne saurait accuser une origine très ancienne et, de toute façon, ne fait que prouver l'existence pré-glaciaire de la flore orophile atlasique. Or, il est bien évident, sauf en des cas très particuliers, que ce n'est pas depuis le début du Quaternaire qu'ont pu s'individualiser des genres endémiques de Phanérogames. Il serait donc en réalité, plus exact de parler à ce propos, de maintien de types archaïques pré-glaciaires. Le cas des orophytes européens sur les Atlas est à ce point de vue très évocateur; leur arrivée sur les montagnes de l'Afrique du Nord, ne saurait être, de l'avis des paléoclimaticiens et des paléontologistes, antérieure au début du premier pluvial, et pourtant, alors que sur les montagnes d'Europe se sont individualisées des races polyploïdes, sur l'Atlas au contraire, se sont en général maintenues les races primitives où la polyploïdie fait défaut. L'archaïsme mis en évidence par les documents cytocaryologiques ne traduit en réalité que la permanence de types pré-glaciaires sans doute disparus d'Europe, permanence conditionnée par les facteurs climatiques généraux de ces sommets, où les glaciations ont revêtu une intensité assez faible, et où les maxima diurnes sont demeurées relativement élevées.

Un autre argument fourni contre cette hypothèse, est la présence sur le Haut Atlas, en très petit nombre il est vrai, de sections endémiques dont l'individualisation ne saurait être récente. Le cas le plus remarquable est fourni par

les *Draba* vivaces appartenant aux sections endémiques : *Helicodraba* et *Acrodraba* toutes deux monospécifiques. Les espèces appartenant à ces sections *D. hederefolia* et *D. Oreadum*, sont toutes deux étroitement alticoles; la seconde en particulier ne descend pas au-dessous de 3 000 m. Leur maintien sur un Atlas mio-pliocène aplani, même avec un climat humide est impensable. Leur existence en Afrique du Nord, si l'on s'en tient aux données fournies par les géologues ne peut s'expliquer, à moins que l'on admette la permanence d'îlots montagneux élevés ayant échappé aux investigations des paléomorphologistes. Une autre hypothèse bien plus satisfaisante, est celle de l'immigration glaciaire de ces espèces, immigation qui s'est accompagnée de leur disparition sur les montagnes européennes.

Ainsi, l'étude de la flore orophile nord-africaine ne fournit dans l'ensemble aucun argument incompatible avec la théorie du rajeunissement pliocène des Atlas, au contraire, quelques-unes des particularités de cette flore, reçoivent de la sorte une explication satisfaisante.

En bref, la flore orophile atlasique peut être considérée dans ses grandes lignes, comme une flore de remplissage individualisée en partie à la fin du Pliocène, à partir d'éléments planitiaires préexistants, et enrichie des vestiges orophiles, surtout appartenant à des taxa méditerranéens orientaux, qui s'étaient répandus sur ces sommets vers le milieu du Miocène. Enfin, les périodes pluviales ont contribué à répandre des types eurasiatiques qui sont, à l'heure actuelle, indiscutablement en voie de disparition.

# RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Dans ce travail, consacré à l'étude du peuplement végétal des hautes montagnes nord-africaines, ont été respectivement étudiés, les Atlas, le Djurdjura et les crêtes de l'Aurès; c'est-à-dire les parties des chaînes atlasiques où existe un horizon asylvatique. Les caractères climatiques généraux de la haute montagne méditerranéenne nord-africaine : xéro-thermicité estivale, amplitude nycthémérale des variations thermiques, faiblesse relative des minima estivaux, paraissent être les facteurs climatiques déterminants, dans la constitution de la végétation de ces sommets. La position du climat oro-méditerranéen a été précisée, par rapport à celle des autres types climatiques, nord-africains en particulier.

Sur le plan floristique, il est possible de considérer à l'heure actuelle comme très avancé l'inventaire des végétaux supérieurs croissant sur les hautes montagnes de l'Afrique du Nord. En effet, après les fructueuses récoltes de Ball, Cosson (1), Maire, Emberger etc., plusieurs séjours prolongés, sur les Atlas marocains en particulier, nous ont permis de récolter seulement une douzaine d'espèces nouvelles, qui proviennent d'ailleurs pour la plupart de régions montagneuses encore, presque ou totalement, inexplorées : Jb. Bou Naceur, Adrar m'Korn en particulier. Toutefois, de patientes recherches devront être encore pendant longtemps poursuivies, avant que ne soient précisées, les aires de répartition de nombreuses espèces atlasiques qui ne sont encore connues que dans quelques localités. Quelques-unes de nos récoltes *Gnaphalium Genevoisii* sur le Bou Naceur, *Hieracium Lawsonii* sur le m'Goun, *Gentiana Tornezyana* dans les pozzines de la haute Tessaout par exemple, montrent que des espèces dont l'aire de répartition était considérée comme extrêmement réduite, peuvent se rencontrer dans des stations très éloignées de celles qui leur étaient connues; tout laisse à penser qu'il sera possible, par des recherches ultérieures, de rencontrer de nouvelles localités jouant le rôle de jalon.

De toute façon, la flore des hautes montagnes d'Afrique du Nord est, dans sa quasi-totalité, une flore méditerranéenne. Sur les quelques 650 espèces recensées, près de 550 appartiennent indiscutablement à des taxa méditerranéens. Parmi les types méditerranéens, une place prédominante est réservée à l'élément orophile méditerranéen qui se retrouve plus ou moins modifié ou plus ou moins appauvri, sur les hautes montagnes du pourtour méditerra-

(1) Ou plutôt par les collecteurs indigènes de Cosson.

néen occidental : Cordillère bétique, Pyrénées orientales, montagnes des îles Tyrrhéniennes, de la péninsule italique en particulier, et dont quelques-uns se rencontrent même sur les sommets de la France méditerranéenne. Toutefois, un des aspects les plus remarquables de la flore orophile atlasique, est la permanence en quelques stations, très particulières du point de vue microclimatique, de types orophiles eurasiatiques rares et localisés, jouant indiscutablement le rôle de reliques. Enfin, l'isolement géographique déjà très ancien, et le climat extrêmement sévère et contrasté de ces sommets y ont entraîné le développement d'un nombre très considérable d'espèces endémiques, plus de 160, dont la valeur biogéographique est très disparate, mais qui néanmoins appartiennent presque toutes à des taxa méditerranéens.

Au point de vue physionomique, cette flore oro-méditerranéenne offre quelques caractères généraux importants, qui tendent singulièrement à uniformiser l'aspect général des « formations végétales » individualisant la haute montagne nord-africaine. Ce sont : la prédominance absolue des chaméphytes et plus particulièrement des chamé-xérophytes et l'absence de thérophytes à partir de l'altitude de 2 700 m. Les facteurs édaphiques et microclimatiques semblent à eux seuls susceptibles d'expliquer ces particularités.

Enfin, l'inventaire floristique des montagnes nord-africaines, permet de proposer pour celles-ci, une hiérarchisation bio-géographique les rattachant en tant que sous-domaine, au domaine altimontain méditerranéen occidental. Le sous-domaine marocain se subdivisant lui-même en trois secteurs, dont le secteur mégalatlasique, le seul envisagé ici, comprend six districts. Le sous-domaine numidien se subdivise à son tour en deux districts.

L'étude de la végétation des hautes montagnes nord-africaines nous a amené après quatre étés passés sur ces sommets, pendant lesquels plus de 2 000 relevés floristiques, et de nombreuses observations microclimatiques ont été faits, à décrire 55 associations et groupements végétaux. Parmi ceux-ci, 47 sont spéciaux aux montagnes marocaines, et 8 seulement aux hautes montagnes d'Algérie.

Les groupements rupicoles présentent, sur les Atlas en particulier, une richesse et une diversité dans leur composition floristique, qui n'est peut-être égalée nulle part ailleurs dans le monde méditerranéen. Il a été possible de distinguer actuellement 18 associations rupicoles sur les Atlas marocains. Le nombre des espèces endémiques à aire de distribution très réduite qui y figurent est très élevé et la répartition de chaque groupement est très limitée. Pratiquement, aucun d'entre eux ne sort d'un des districts floristiques précédemment établis. Cette richesse en groupements rupicoles, des hautes montagnes nord-africaines, est en rapport étroit, avec la paléo-biogéographie de ces montagnes. En effet, de nombreuses espèces actuellement localisées sur les parois rocheuses, doivent être considérées comme des vestiges de la flore orophile qui s'est répandue sur l'Afrique du Nord dès la deuxième moitié du Tertiaire; d'autres espèces au contraire, présentent d'indiscutables affinités avec la flore des montagnes européennes, Pyrénées en particulier; leur immigration sur les Atlas est contemporaine des grandes glaciations.

Les garrigues montagnardes à xérophytes épineux, constituent certainement un des paysages végétaux les plus répandus sur les montagnes nord-africaines,

et les plus caractéristiques de cette région. Ce type de végétation, existant aussi bien au Maroc qu'en Algérie, colonisant de la même façon les substrats éruptifs ou sédimentaires, traduit, à l'heure actuelle l'équilibre de la végétation avec les facteurs édaphiques et climatologiques qui la sollicitent. Les rapports très étroits existant entre cette végétation et les substrats qui, du point de vue géomorphologique, doivent être considérés comme appartenant au périglaciaire actuel, ont été mis en évidence; d'autre part, le rôle joué par les facteurs microclimatiques dans le déterminisme éthologique des espèces qui les constituent a été également étudié. Ce type de végétation (1) doit donc être à juste titre considéré comme le climax imposé par les facteurs écologiques et tout spécialement par le climat général de ces montagnes, à la végétation qui les colonise. L'hostilité de ce milieu qui, par beaucoup de ses caractères, se rapproche de la steppe, rend compte de la pauvreté et de l'uniformité de sa végétation. Les diverses associations végétales que nous avons distinguées, à de très rares exceptions près, offrent en effet des aires de répartition très vastes, les espèces caractéristiques y sont peu nombreuses ou mal représentées; la prédominance absolue des facteurs climatiques sur les facteurs édaphiques, et avant tout, sur la nature géochimique du substrat se stigmatise par les très faibles différences floristiques existant entre les associations de garrigues à xérophytes épineux de l'Atlas éruptif et de l'Atlas sédimentaire. Les affinités qu'y offrent les associations respectivement vicariantes sont tellement étroites que le même parallélisme se retrouve jusque dans les sous-associations et les faciès de ces groupements.

Sur les montagnes marocaines, où ce type de végétation revêt un développement très considérable, l'ensemble des associations qui s'y rapportent et, qui, sur le plan phytosociologique permettent d'individualiser l'Ordre des Erinacetalia, se subdivise lui-même en trois unités plus élémentaires répondant chacune à des critères édaphique et climatique particuliers, qui se superposent en général dans l'échelle altitudinale de zonation de la végétation.

Ce sont :

— l'Ormenion scariosae qui ne dépasse pas l'altitude de 2 500 m et qui correspond partout à une dégradation de l'horizon forestier supérieur surtout consécutive à la disparition du sol par érosion progressive des alluvions grimaldiennes, témoins de la dernière période pluviale, constituant partout en montagne le substrat de la forêt;

— l'Arenarion pungentis entre 2 500 et 3 500 m, qui représente l'optimum de développement des garrigues montagnardes à xérophytes épineux. La spécialisation très étroite de la végétation à ce niveau sous l'influence des facteurs climatiques rend compte de l'uniformité de ce type de végétation. Deux associations, le Velletum Mairei sur l'Atlas calcaire, et l'Arenarieto-Vicietum sur le Haut Atlas éruptif, constituent en effet à eux seuls la quasi-totalité de la couverture végétale;

— le Platycapnion Saxicolae enfin se rencontre au-dessus de 3 500 m. La végétation à ce niveau est extrêmement pauvre et dispersée; le micro-endé-

(1) Faciès à Turifère de l'*Adenocarpelo-Genistetum* ou du *Genisteto-Bupleuretum* entre 2.100 et 2.200 m, *Arenatieto-Vicietum typicum* et *Velletum Mairei typicum* entre 2.700 et 3.300 m.

misme par disjonction d'aire permet toutefois de reconnaître là de nombreuses associations; toutes localisées dans un secteur biogéographique.

Sur les montagnes d'Algérie, les garrigues à xérophytes épineux sont beaucoup moins répandues. On les rencontre toutefois sur les sommets du Djurdjura et de l'Aurès, où elles individualisent l'Alliance Festucion Algeriensis. Mais ici, sur le Djurjura en particulier, l'augmentation considérable de la pluviosité, entraîne une variété bien plus considérable du tapis végétal. La nature chimique, ou la texture du substrat permet en effet sur ce massif, pourtant très exigu, l'individualisation de quatre associations très distinctes correspondant à l'étage des garrigues montagnardes. Par ce caractère, le Djurdjura se rapproche beaucoup de la Sierra Nevada, où nous avons eu l'occasion de signaler des phénomènes analogues.

Il convient de remarquer que ce type de végétation est loin d'être spécial aux hautes montagnes nord-africaines. Physionomiquement, il se retrouve sur tous les sommets climatiquement méditerranéens de l'ancien monde; floristiquement, par contre, il n'est possible de le reconnaître encore bien individualisé que sur les montagnes de l'Espagne méridionale et orientale. Des irradiations appauvries arrivent même jusque sur les sommets de la Provence occidentale (Genistion Lobelii).

Les groupements hygrophiles sont de trois types principaux : des Mégaphorbiaies à *Cirsium*, des tourbières à Cypéracées, et des associations rivulaires à *Montia*.

Les mégaphorbiaies sont à peu près exclusivement constituées par deux associations, respectivement caractéristiques de l'Atlas sédimentaire et de l'Atlas éruptif. Ces associations sont relativement pauvres sur le plan floristique; l'endémisme atlasique est cependant présent, et permet, sur le plan phytosociologique, l'individualisation d'une alliance spéciale. Les orophytes sud-européens sont également assez bien représentés et permettent de rapprocher en un ensemble unique Cirsietalia Flavispinae, les mégaphorbiaies atlasiques et bétiques.

Les tourbières à Cypéracées sur le Haut Atlas, présentent de nombreux traits communs avec les formations analogues de la Sierra Nevada et de Corse; l'ensemble du cortège floristique est constitué par des espèces d'affinité eurasiatique, toutes très localisées sur les plus hauts sommets du Maroc. Toutefois, plusieurs espèces ou variétés, au premier chef desquelles il convient de citer *Carex intricata*, sont spéciales aux montagnes méditerranéennes du pourtour occidental de cette mer. Les groupements rivulaires et fontinaux sont rare-sur les montagnes nord-africaines. Ils représentent en réalité des aspects appauvris des associations européennes vicariantes.

Les pelouses sèches et mésophiles constituent certainement le chapitre le plus attirant dans l'étude de la végétation atlasique. En effet, au même titre que les associations rupicoles, elles présentent une grande variété, et une richesse considérable de leur cortège floristique. Toutefois, plus encore que les groupements de rochers, elles offrent diverses particularités remarquables.

Tout d'abord, ce sont les seules qui, sur les Atlas, forment un sol évolué comparable à celui des groupements prairiaux des montagnes européennes. Certes, si dans quelques rares cas seulement arrive à se créer en surface un horizon d'humus alpin tout à fait typique, le fait est cependant remarquable et suffit à démontrer les affinités de ces groupements atlasiques avec les groupements prairiaux climaciques à l'étage sub-alpin ou alpin des montagnes européennes (CARICETALIA CURVULAE).

En effet, un autre parmi les caractères les plus remarquables de ces associations sur les Atlas est sans conteste, la présence à ce niveau d'assez nombreuses espèces d'affinité eurasiatique, se retrouvant dans des conditions analogues sur les Alpes ou les Pyrénées tout spécialement. Tel est le cas en particulier pour *Nardus stricta*, *Botrychium lunaria*, diverses espèces de *Gentiana*, de *Luzula* et de *Carex*. Si, ainsi, se confirme, sur le plan floristique, la distinction de deux alliances homologues : TRIFOLION HUMILIS sur l'Atlas, PLANTAGINION THALACKERI sur la Sierra Nevada, ces deux alliances, ainsi d'ailleurs en particulier que les Nardaies des montagnes de Corse, possèdent en commun divers micro-endémiques de souche eurasiatique permettant l'individualisation de la classe oro-méditerranéenne des UDO-NARDETALIA.

La possession d'un sol et la richesse floristique des groupements appartenant sur les montagnes nord-africaines à l'Alliance TRIFOLION HUMILIS, rendent compte de la diversité phytosociologique de cet aspect de la végétation orophile atlasique; en effet, il est possible de distinguer dans cet ensemble, au moins 8 associations répondant pour la plupart à des critères floristiques et édaphiques très spéciaux. Le rôle déterminant que joue le substrat est tout à fait inhabituel sur les sommets du Haut Atlas, où les associations de pozzines doivent être considérées comme une série dynamique distincte aboutissant à un groupement climax, véritable climax édaphique traduisant l'équilibre de la végétation avec les facteurs microclimatiques très spéciaux en montagne nord-africaine, qui régissent les associations de pozzines.

Il convient de ne pas perdre de vue, que cet aspect de la végétation atlasique, malgré sa richesse et sa variété n'occupe qu'une portion infime de la surface totale du massif; il fait même totalement défaut dans certaines portions de l'Atlas calcaire, ou du moins ne s'y rencontre plus qu'à l'état de vestiges très appauvris. Il en est de même d'ailleurs sur les sommets de l'Aurès et du Djurdjura, toutefois, dans ce dernier massif, la présence de *Alopecurus Gerardi* confère une belle individualité aux pozzines.

D'autre part, l'étude des complexes d'associations, individualisant les pozzines atlasiques, permet d'instructives mises en parallèle de la végétation des montagnes marocaines avec celle des hautes montagnes européennes. En particulier, il est possible de la sorte de retrouver sur l'Atlas les limites actuellement virtuelles des étages alpin et subalpin, tels que l'on a coutume de les définir sur les systèmes orographiques eurasiatiques. Il est ainsi possible de grouper respectivement les pozzines du Haut Atlas siliceux et du Haut Atlas calcaire, en trois complexes d'associations assimilables à des pozzines subalpines, alpines et de haute altitude ou nivale.

L'étude de la végétation nous a d'ailleurs permis d'aborder différents

problèmes plus généraux, et notamment celui de la distinction des étages altitudinaux de végétation. L'analyse des groupements végétaux atlasiques montre clairement, que la discrimination physionomique d'étages homologues à ceux qui sont habituellement individualisés sur les montagnes européennes, n'est plus possible. L'appartenance de la quasi-totalité de la végétation à des groupements indiscutablement méditerranéens, rend vain et illusoire tout essai de classification basé sur cette conception. S'il est possible de reconnaître encore sur les Atlas des vestiges de groupements indiscutablement vicariants des associations alpine ou subalpine européennes, il ne saurait s'agir là que de fragments tout à peine individualisables, mais cependant précieux, car ils retracent dans une atmosphère écologique très spéciale, ce que serait ou ce qu'a pu être sur les Atlas la végétation de type européen.

Cette distinction montre combien en réalité sur les hautes montagnes nord-africaines, est délicate à préciser la notion de climax. La végétation du type de garrigue montagnarde à xérophytes épineux traduit indiscutablement à l'heure actuelle, un équilibre stable et durable entre la végétation d'une part et les facteurs édapho-climatiques de l'autre; elle n'accuse aucune tendance à évoluer vers un autre type d'association, et peut être considérée comme le climax végétal imposé sur les Atlas par la rigueur des facteurs climatiques. Au contraire, dans les pozzines, à la faveur de la permanence de l'eau, s'établit un équilibre très différent, amenant la constitution de groupements prairiaux bien plus variés, présentant un sol complexe, et évoluant en circuit fermé, tant que subsiste le micro-climat dépendant étroitement de la présence tout au cours de l'année, d'un taux appréciable d'humidité édaphique, qui permet seul leur développement et leur maintien. Les groupements édaphiques montrent dans les grandes lignes, une évolution parallèle à celle des associations vicariantes européennes; les groupements climatiques, par contre, montrent une dépendance tellement étroite aux exigences thermo-hydriques, que le rôle du substrat arrive à être insignifiant dans la discrimination des groupements, à l'étage culminal des montagnes marocaines.

Mais, si la grande majorité des associations orophiles nord-africaines s'inscrit dans des ensembles méditerranéens, il ne faudrait pas croire que leur haut degré d'individualité rend impossible toute mise en parallèle avec la végétation de diverses montagnes européennes. En particulier, nous nous sommes attaché à montrer comment, en réalité, par l'intermédiaire des hautes montagnes sud-bétiques, la plupart des associations atlasiques peuvent être mises en parallèle avec divers groupements orophiles alpins et surtout pyrénéens. Pour les groupements liés à l'édaphisme, les analogies sont d'autant plus importantes que les groupements présentent des exigences écologiques plus strictes. Ainsi, les associations nitrophiles et les groupements fontinaux sont à peine différents sur les Atlas et les Pyrénées; l'individualité sociologique est par contre de plus en plus importante depuis les bas marais à laiches, jusqu'aux mégaphorbiaies et aux pelouses microthermes acidophiles. Pour les groupements climatiques, les analogies sont moins nettes, cependant, une homologation rendue possible par la connaissance de la végétation de la Sierra Nevada, permet de rapprocher les groupements d'éboulis et de garrigues montagnards atlasiques, de divers types de végétation se rencontrant dans les Pyrénées

orientales ou les Alpes maritimes. Enfin, bien que divers aspects végétaux des plus caractéristiques de la montagne européenne (groupements de combe à neige, landes sub-alpines en particulier) fassent défaut sur les Atlas, il est encore possible de retrouver quelques-uns de leurs représentants, réfugiés dans les localités atlasiques microclimatiquement les plus affines de celles qu'ils colonisent sur les chaînes montagneuses européennes.

Dans une troisième partie, a été envisagée l'histoire de la flore orophile nord-africaine.

Ont été tout d'abord dégagées les données paléoclimatiques et paléontologiques. Certes, elles sont encore bien imprécises, surtout en l'absence totale de fossiles végétaux en montagne nord-africaine. Toutefois l'étude des faunes fossiles à mammifères, des flores fossiles planitiaires, ainsi que grâce aux données géomorphologiques, il est possible de proposer à l'heure actuelle un schéma d'ensemble, très probablement conforme, de la paléoclimatologie atlasique; l'importance des phénomènes glaciaires sur ces sommets ne doit pas en particulier être sous-estimée.

Ensuite, a été établie la valeur biogéographique des diverses espèces présentes dans la flore orophile nord-africaine. Il est possible de les grouper en quatre ensembles principaux :

— *Des taxa circum-méditerranéens occidentaux*, très bien représentés groupant toute une série d'orophytes méditerranéens qui, d'après leur distribution peuvent être classés en :

— des taxa circum-méditerranéens occidentaux au sens large,
— des taxa pyrénéo-atlasiques,
— des taxa ibéro-mauritaniens,
— des taxa bético-atlasiques,
— des taxa spéciaux au revers méridional du bassin.

Toutes ces espèces, ou ces groupes d'espèces, dérivant incontestablement d'ancêtres communs, représentent les vestiges de la végétation orophile qui s'est développée au Tertiaire moyen sur les massifs refuges de la Mésogée occidentale, et surtout, sur la Tyrrhénide et le massif bético-rifain.

— *Des taxa méditerranéens orientaux.* Ils offrent une importance considérable sur les montagnes nord-africaines, et comme le montre clairement leur aire de distribution, ils semblent représenter les vestiges du « Cupressen Curten » de E. Schmidt, qui s'est répandu sur les montagnes de la mésogée occidentale dès le début du Miocène. Quelques autres espèces, en général moins alticoles, au contraire sont arrivées en Afrique du Nord avec le contingent sarmatique auquel elles appartiennent.

Il est commode de réunir les orophytes méditerranéens orientaux en deux séries : la première, la plus importante en Afrique du Nord, groupe les Taxa individualisés très probablement dans l'Égéide méridionale, qui ont atteint les Atlas en passant par le revers méridional du sillon mésogéen. La seconde, au contraire, groupe les taxa issus plus spécialement de l'Égéide septentrio-

nale, qui ont atteint la montagne marocaine en empruntant le revers septentrional de ce même sillon. Quelques exemples d'évolution parallèle de taxa égéidiens méridionaux et septentrionaux ont été signalés.

Une place spéciale doit être faite ici à quelques orophytes manquant sur les montagnes marocaines, dont le centre de dispersion est représenté par la péninsule balkanique, et qui ont selon toute probabilité atteint les montagnes de Numidie seulement à la faveur des périudes pluviales.

— *Les taxa autochtones:* Ils sont constitués, soit par des orophytes mauritaniens, peu nombreux, soit par des endémiques de souche autochtone. A ce propos a été envisagé le problème de l'endémisme atlasique. La plupart d'entre eux dérivent d'espèces largement répandues sur les hautes plaines nord-africaines; quelques-uns, au contraire, font partie de la flore orophile autochtone de l'Atlas tertiaire; mais ces vestiges sont rares, et tout se passe comme si cette flore archaïque indigène avait été détruite. On ne peut citer, et encore sans certitude absolue, que trois espèces appartenant à l'élément oro-endémique nord-africain de souche autochtone : *Draba oreadum, Draba hederefolia, Gentiana Tornezyana.*

— *Les taxa eurosibériens et boréoaméricains:* Ce sont les derniers arrivés sur les montagnes d'Afrique du Nord. Les espèces orophiles au nombre de 37, doivent être considérées comme des immigrants glaciaires, parvenus sur les montagnes marocaines par l'intermédiaire des massifs montagneux espagnols, ou sur les sommets de Numidie, grâce aux connexions qui paraissent avoir existé alors, entre l'Afrique du Nord et la péninsule italique; de toute façon le Djurdjura n'en a reçu ou conservé qu'un nombre très restreint. Bien qu'un certain degré d'endémisme existe en Afrique du Nord dans l'élément eurasiatique, il n'est pas possible d'envisager son extension sur les sommets de l'Atlas à une date antérieure au début des grandes glaciations.

Pour terminer cette troisième partie, sont donnés et commentés les résultats fournis par une enquête caryosystématique poursuivie sur les orophytes nord-africains. 110 espèces environ ont été étudiées.

D'une façon très générale, sur le plan caryosystématique, la flore orophile nord-africaine est caractérisée surtout par le très faible développement des polyploïdes. D'autre part, le nombre chromosomique des espèces qui la constituent est très faible, et en général égal au nombre de base le moins élevé connu dans le genre.

Les espèces méditerranéennes sur les Atlas ne présentent de la polyploïdie que chez quelques types dont le centre de dispersion est indiscutablement sur le revers septentrional du sillon mésogéen; inversement, diverses espèces largement répandues sur les sommets atlasiques sont représentées en France méridionale par des formes polyploïdes.

La polyploïdie est également exceptionnelle chez les endémiques atlasiques, elle n'affecte que de très rares types alticoles appartenant aux genres *Draba, Arenaria, Sedum, Gnaphalium,* ou des variétés et des types différenciés « in situ » à partir d'espèces planitiaires nord-africaines; les micro-endémiques que nous avons étudiées ne nous ont montré aucun cas de polyploïdie, qu'il s'agisse de races écologiques ou géographiques.

Enfin, les espèces à affinité européenne, possèdent toutes sur les montagnes nord-africaines un nombre chromosomique égal au chiffre le plus bas rencontré déjà en Europe, sauf *Androsace villosa, Viola palustris, Luzula spicata,* dont les variétés européennes constituent en réalité des types polyploïdes vis-à-vis de ceux que nous avons pu étudier en Afrique du Nord.

***

Ainsi, dans ses grandes lignes, le peuplement végétal des hauts sommets de l'Afrique du Nord, doit être considéré comme essentiellement résiduel; l'analyse des divers éléments qui le composent, permet de retracer et de retrouver les grandes lignes de l'histoire géologique et biogéographique de la Mésogée occidentale. S'y reconnaissent en effet, les vestiges des lignées individualisées « in situ » ou, du moins, sur les terres émergées pendant la première moitié du Tertiaire, dans la région Tyrrhénienne et Bético-Rifaine. L'immigration de l'élément oro-méditerranéen oriental paraît correspondre aux grandes régressions qui se sont succédées pendant le Tertiaire moyen et inférieur, et tout spécialement, les régressions Chattiennes et sarmatiques. Les lignées eurasiatiques enfin, ont mis à profit les grandes périodes pluviales pour atteindre les montagnes nord-africaines. Mais alors, qu'en Europe, cet élément floristique conserve à l'heure actuelle sa prépondérance dans la constitution de l'édifice floristique, en Afrique du Nord, au contraire, sous l'influence du climat spécial qui y règne, la flore eurasiatique est à son tour devenue résiduelle. Ce sont les vestiges pré-glaciaires de la flore oro-xérotherme qui se sont à nouveau répandus sur ces sommets.

Ces vestiges relativement peu nombreux sont constitués par des espèces appartenant à des taxa très divers, représentant en réalité les types les mieux adaptés aux conditions climatiques régnant actuellement sur les hautes montagnes nord-africaines; c'est avant tout le nombre très faible d'espèces « adaptées » qui rend compte de l'uniformité et de l'homogénéité des garrigues montagnardes à xérophytes épineux.

L'extension énorme que présente sur les Atlas ce type de végétation, traduit en réalité la dégradation extrême et parallèle du sol et du tapis végétal. Cette dégradation a été conditionnée par l'action conjuguée du climat et de l'homme, ce dernier détruisant d'une façon irrémédiable et irréversible l'équilibre précaire sous les conditions climatiques actuelles qui maintenait, au moins dans certaines zones, une végétation forestière.

Les autres types de végétation : groupements hygrophiles, pelouses, associations rupicoles en particulier, sont extrêmement localisés sur les Atlas; ils font figure, autant par leur extension très réduite que par la richesse de la variété de leur flore, de formations résiduelles, ne subsistant plus qu'à la faveur de micro-climats locaux. Ils n'en présentent pas moins un intérêt majeur, aussi bien floristique qu'historique, car se retrouvent là, à la fois, les vestiges de la flore eurasiatique et les éléments les plus exigeants appartenant à la population pré-glaciaire de ces sommets.

Toutefois, les espèces étroitement orophiles endémiques sont peu nombreuses; l'endémisme atlasique d'autre part, est un endémisme d'espèce, aucun genre n'est spécial à la haute montagne nord-africaine; au contraire, nombre

d'orophytes dérivent indiscutablement d'espèces planitiaires, et leur différenciation taxonomique n'atteint que rarement l'échelon spécifique; les paléoendémiques atlasiques d'autre part sont le plus souvent localisées à des altitudes relativement faibles; toutes ces considérations apportent indiscutablement un argument de poids en faveur des théories soutenues actuellement par les géologues et les géomorphologistes, à propos de l'évolution historique des chaînes atlasiques.

La flore des montagnes nord-africaines doit donc être considérée comme constituée essentiellement de types archaïques dont la mise en place actuelle ne saurait toutefois, le plus souvent, être antérieure à la surrection Pliocène atlasique. Cette flore représente en majeure partie les vestiges des espèces végétales qui se sont développées sur les sommets bordant la mésogée tertiaire, appauvris encore par les perpétuels cataclysmes survenus dans ce domaine tourmenté. Il n'est pas jusqu'aux immigrants eurasiatiques, pourtant contemporains des grandes périodes pluviales, qui ont conservé, comme le montre leur étude caryosystématique, des caractères primitifs s'opposant en général avec la plasticité qu'ils présentent sur les montagnes d'Europe.

## LISTE DES ESPÈCES, SOUS ESPÈCES ET VARIÉTÉS NOUVELLES DÉCRITES SUR NOS RÉCOLTES EN PROVENANCE DES HAUTES MONTAGNES NORD-AFRICAINES

1951 *Alyssum Embergeri* Nov. sp.
*Arabis Verdieri* Nov. sp.
*Campanula Guinochetii* Nov. sp.
*Minuartia mutabilis* ssp. *Haranti* Nov. ssp.
*Potentilla Guilliermondii* ssp. *Meinshoni* Nov. ssp.
*Saxifraga longifolia* ssp. *Gaussenii* var. *Ghatica* Nov. var.
var. *Orientalis* Nov. var.
*Saxifraga Pedemontana* var. *ayachica* Nov. var.
*Draba hedereifolia* var. *orientalis* Nov. var.

1952 *Carum Iminouakense* Nov. sp.
*Romulea Vaillantii* Nov. sp.
*Campanula Sauvagei* Nov. sp.
*Dianthus Gaditanus* ssp. *Occidentalis* Nov. ssp.
*Silene Dyris* var. *Lutea* Nov. var.
*Polycarpon polycarpoides* ssp. *Bivonae* var. *pulvinata* Nov. var.
*Biscutella frutescens* var. *rhatica* Nov. var.
*Rorippa atlantica* var. *calcarea* Nov. var.
*Draba hispanica* var. *rhatica* Nov. var.
*Bupleurum Faurelii* var. *Tazzertense* Nov. var.
*Campanula Guinochetii* var. *rhatica* Nov. var.

1953 *Koeleria Embergeri* Nov. sp.
*Minuartia Mairei* Nov. sp.
*Odontites pseudo-granatensis* Nov. sp.
*Aster Pujosii* Nov. sp.
*Heracleum sphondylium* ssp. *Embergeri* var. *mesatlanticum* N. var.
*Artemisia alba* ssp. *chitachensis* var. *mesatlantica* Nov. var.

1954 *Ranunculus Mgounicus* Nov. sp.
*Campanula Vaillantii* Nov. sp.
*Cytisus pulvinatus* Nov. sp.
*Helichrysum Raynalianum* Nov. sp.
*Agropyron panormitanum* ssp. *Sirouanum* Nov. ssp.
*Arenaria pungens* ssp. *parviflora* Nov. ssp.
*Brassica elongata* ssp. *Imdrhasiana* Nov. ssp.
*Silene filipetala* ssp. *parviflora* Nov. ssp.
*Leucanthemum Redieri* var. *cuneatum* Nov. var.
*Centaurea Josiae* var. *Mgounica* Nov. var.

Espèces décrites sur les récoltes de MM. GUINET, SAUVAGE et de VILMORIN.

*Arabis Humberti* Nov. sp.
*Silene Guinetii* Nov. sp.
*Campanula saxifragoides* var. *Guinetii* Nov. var.

## RÉPERTOIRE
## DES PRINCIPAUX TERMES D'ARABE ET DE BERBÈRE
## UTILISÉS DANS CE TRAVAIL

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Adrar | B | Montagne |
| 2 | aguelmane | B | Lac d'eau douce |
| 3 | agdal | B | Prairie |
| 4 | Aïn | A | Source |
| 5 | Aït | B | Fils de |
| 6 | Akka | B | Gorge étroite |
| 7 | Almou | A | Pâturage |
| 8 | Aourir, Taourirt | B | Colline |
| 9 | Arhbalou | B | Source |
| 10 | Assif | B | Ruisseau en général permanent |
| 11 | Azib | A | Abri temporaire de transhumance |
| 12 | Bab | A | Porte |
| 13 | Ben | A | Fils de |
| 14 | Beni | A | Fils de (Pl.) |
| 15 | Bordj | A | Fort |
| 16 | Bou | A | Père de |
| 17 | Chaba, Chabet | A | Ravin |
| 18 | Chergui | A | Vent chaud et sec soufflant du Sud |
| 19 | Daya | A | Dépression qui se remplit d'eau pendant la saison des pluies |
| 20 | Gara | A | Butte témoin |
| 21 | Hassi | A | Puits |
| 22 | Ida | B | Fils de |
| 23 | Ifri | B | Grotte |
| 24 | Imi | B | Porte |
| 25 | Irhil | B | Crête montagneuse |
| 26 | Irhzer | B | Ravin étroit |
| 27 | Jbel | A | Montagne |
| 28 | Kasba | A | Citadelle |
| 29 | Lalla | A | Femme âgée |
| 30 | Oued | A | Fleuve, rivière, en général secs en été |
| 31 | Oum | A | Mère de |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 32 | Rass. . . . . | A | Tête |
| 33 | Seguia . . . . . | A | Canal d'irrigation |
| 34 | Sidi . . . . . | A | Monseigneur, titre que l'on donne à une personne d'un certain rang social |
| 35 | Souk. . . . . | A | Marché |
| 36 | Tala . . . . . | B | Source |
| 37 | Teniet . . . . . | A | Col |
| 38 | Tichka . . . . . | B | Alpage |
| 39 | Tizi . . . . . | B | Col. |

# TABLE DES PHOTOGRAPHIES


1. — Le Guebb er Rahal vu sur son flanc sud.
2. — Vue générale du versant nord de l'Aïoui.
3. — Flanc nord du plateau du Tazerharht.
4. — Gorges de l'Akka n'Tazzert, sur le revers sud du J. Aïoui.
5. — *Pseudocytisus (Vella) Mairei.*
6. — *Alyssum spinosum* J. Tichka, 3 050 m.
7. — Sols polygonaux à l'étage du Velletum Mairei.
8. - Aspect caractéristique d'éboulis périglaciaires.
9. — Forêt de *Juniperus thurifera* encore intacte.
10. — Forêt de *Juniperus thurifera* en voie de disparition.
11. — *Buxeto-Juniperetum* colonisant les éboulis calcaires.
12. — Aspect général de l'*Adenocarpeto-Genistetum.*
13. — *Genista florida* var. *marocana.*
14. — Aspect caractéristique de la garrigue à xérophytes épineux.
15. — Revers méridional du J. Bou Naceur, 2 300 m.
16. — Talweg colmaté par l'alluvionnement grimaldien.
17. — Sommets de la haute vallée de la Reraya.
18. — Djurdjura.
19. — Vue d'ensemble du plateau des dolines, sur les crêtes de l'Haïzer.
20. — Garrigues à xérophytes épineux sur le sommet du J. Chéliah.
21. — Vue générale d'une pozzine de J. Tichka.
22. — Pozzine suintante dans la haute vallée de la Reraya.
23. — Agdal de l'Oukaïmeden, 2 700 m.
24. — Pozzine suintante de pente sur le J. Siroua, 3 050 m.
25. — Aspect du Potentilleto Silenetum Typicum.
26. — Aspect de la sous-association à *Festuca deserti* ssp. *marocana.*
27. — Thalweg de vallée occupé par la sous-association à *Helichrysum Raynalianum.*
28. — Pozzine sèche sub-alpine sur le Haut-Atlas calcaire.
29. — Poeto-Anacycletum Anacycletosum.
30. — Heracleeto Cirsietum Flavispinae.
31. — Sources de l'acif m'Goun, 2 600 m.
32. — Détails d'un peuplement de *Cirsium chrysacanthum* var. *sub-ornatum.*

PHOTO N° 1. — Le Guebb er Rahal vu sur son flanc sud.
De bas en haut : Étage du Callitris et du Genévrier de Phénicie avec Romarin et Alfa; étage du Pin d'Alep à peine individualisé; étage du Chêne vert; étage du Cèdre; et étage des garrigues altimontaines à xérophytes en coussinet.

PHOTO N° 2. — Vue générale du versant nord de l'Aïoui.
En avant de la première barre rocheuse : vestiges de la forêt de thurifères avec, dans les combes, des peuplements de *Buxus sempervirens*. En arrière de la première barre rocheuse : garrigues à xérophytes en coussinets. Les escarpements, de gauche au dernier plan, sont occupés par le SAXIFRAGETUM GAUSSENII AHANSALICUM.

PHOTO Nº 3. — Flanc nord du plateau du Tazerharht le couloir de neige.

Les rochers sont occupés, en haut, par le groupement à *Draba Oreadum* ssp. *hermaïs* et, en bas, par l'association à *Silene Dyris* et *Silene Boryi* var. *Ouensae*. Les éboulis au pied des falaises abritent un VIOLETO-LINARIETUM.

PHOTO Nº 4. — Gorges de l'Akka n'Tazzert, sur le revers sud du J. Aïoui.

Falaises de calcaire liasique supérieur atteignant près de 800 mètres de haut et hébergeant le SAXIFRAGETUM GAUSSENII AHANSALICUM. Au fond de la gorge : BUXETO-JUNIPERETUM.

PHOTO N° 5. — *Pseudocytisus (Vella) Mairei* dans les éboulis périglaciaires du J. Ayachi 2 800 m.
On reconnaît également, à gauche, une rosette de *Cirsium Dyris*.

PHOTO N° 6. — *Alyssum spinosum* J. Tichka 3 050 m.

PHOTO N° 7. — Sols polygonaux à l'étage du VELLETUM MAIREI sur le revers méridional du J. Bou Naceur 3 000 m.

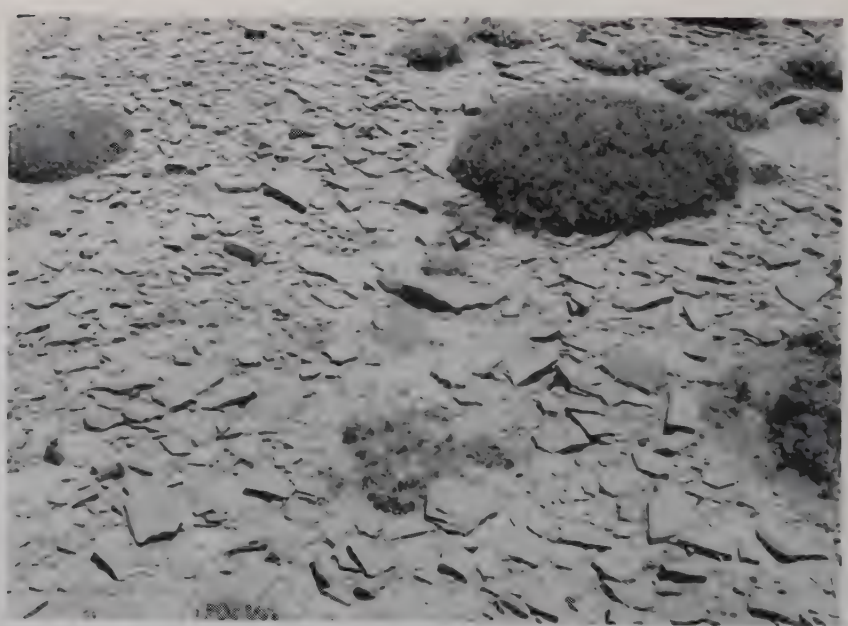


PHOTO N° 8. — Aspect caractéristique des éboulis périglaciaires actuels dans l'horizon inférieur des garrigues à xérophytes épineux : Haut Chegg el Ard 2 500 m. On reconnaît : au premier plan, *Eryng um Bourgati* var. *hispanicum* et, en arrière à droite, *Bupleurum spinosum*.

PHOTO N° 9. — Forêt de *Juniperus thurifera* encore intacte; versant occidental du Tizi m'Zic 2 300 m. Massif du Toubkal. En sous-bois, garrigue à xérophytes épineux à type d'ADENOCARPETO-GENISTETUM.

PHOTO N° 10. — Forêt de *Juniperus thurifera* en voie de disparition; versant ouest du Tizi n'Illissi 2 400 m (Piste des Aït Mehammed à la Zaouia Ahansal). En sous bois, GENISTETO-BUPLEURETUM.

Photo N° 11. — Buxeto-Juniperetum colonisant les éboulis calcaires dans les gorges de l'Akka n'Tazzert 2 650 m, Haut-Atlas de l'Ahansal. Les portions découvertes hébergent l'Agropyreto-Scrofuletietum Typicum.
Sur les falaises calcaires : Saxifragetum Gaussenii Ahansalicum.

Photo N° 12. — Aspect général de l'Adenocarpeto-Genistetum dans son faciès à génistées sur le revers est du Tizi m'Zic, Massif du Toubkal 2 300 m.
En haut et à droite : faciès à *Juniperus thurifera* de la même association.

PHOTO N° 13. — *Genista florida* var. *marocana* dans l'ADENOCARPETO-GENISTETUM aux environs d'Affensou, Haut-Atlas des Seksaouas 2 200 m.

PHOTO N° 14. — Aspect caractéristique de la garrigue à xérophytes épineux en coussinets sur le Haut-Atlas calcaire.
VELLETUM MAIREI sur le revers nord du J. Ayachi au-dessus des gorges de l'Akka n'Ijimi 2 800 m.

PHOTO N° 15. — Revers méridional du J. Bou Naceur 2 300 m.
Garrigue à xérophytes en coussinets constituée par le SALVIETO-AVENETUM en sous-bois sous des peuplements fossiles de Quercus Ilex.

PHOTO N° 16. — Thalweg colmaté par l'alluvionnement grimaldien et colonisé par la steppe à Armoise de l'Atlas : Adrar m'Korn 2 700 m.
Les flancs susjascents sont occupés par la sous-association à *Agropyron festucoïdes* var. *eu-festucoïdes* de l'AGROPYRETO-SCROFULARIETUM.

PHOTO N° 17. — Les sommets de la haute vallée de la Reraya vus du plateau du Tazerharht.
Au premier plan : VIOLETO-LINARIETUM sur les éboulis du plateau.
Au deuxième plan : parois rocheuses de l'Ouenkrim colonisées par le groupement à *Draba Oreadum* ssp. *normalis*. Au troisième plan : sommet du Toubkal.

PHOTO N° 18. — Djurdjura.
Association à *Bupleurum spinosum* et *Astragalus numidicus* à la limite supérieure de la Cédraie sur le flanc nord du Lalla Khedidja 2 200 m.;
en arrière : sur les rochers, groupement rupicole à *Galium Perralderii*.

PHOTO N° 19. — Vue d'ensemble du plateau des dolines sur les crêtes de l'Haïzer. Au fond à droite : agounis où se rencontre l'ALOPECUREETO-ROMULEETUM.

PHOTO N° 20. — Garrigues à xérophytes épineux sur le sommet du J. Chéliah. Des Cèdres isolés atteignent pratiquement le sommet.

PHOTO N° 21. — Vue générale d'une pozzine du J. Tichka.
L'ensemble du plateau granitique est occupé par l'ARENERIETO-VICIETUM, les dépressions humides par le complexe des pozzines sub-alpines du Haut-Atlas siliceux. A gauche, en bordure de la pozzine : azibs abris où les troupeaux se rassemblent la nuit.

PHOTO N° 22. — Pozzine suintante dans la haute vallée de la Reraya, au-dessus du refuge Neltner 3 450 m.
AGROSTIDETO-GENTIANETUM avec, au bord des ruisselets, la sous-association à *Cirsium* du CIRSIETUM-CHRYSACANTHII.
Dans les éboulis sus-jacents commence à apparaître le VIOLETO-LINARIETUM.

PHOTO N° 23. — Agdal de l'Oukaïmeden 2 700 m.
Au premier plan : POETO-VERONICETUM;
ensuite, sur la butte édifiée par l'humus alpin, NARDETO-FESTUCETUM.

PHOTO N° 24. — Pozzine suintante de pente sur le J. Siroua 3 050 m.
La partie centrale est occupée par le POETO-VERONICETUM, ici, dans un faciès à *Carex intricata* dominant.
A la périphérie, peuplements de *Cirsium chrysacanthum*.

Photo N° 25. — Aspect du Potentilleto Silenetum Typicum dans les pozzines du J. Tichka 2 900 m.

Photo N° 26. — Aspect de la sous-association à *Festuca deserti* ssp. *marocana* du Potentilleto-Silenetum.
Touffes en assiettes érodées dans le sens de l'écoulement des eaux du plateau du Tichka 3 050 m.

PHOTO N° 27. — Thalweg de vallée occupé par la sous-association à *Helichrysum Raynalianum* du FESTUCETO-TARAXACETUM, haute vallée du Chegg el Ard 2 700 m.
Remarquer l'intensité des phénomènes de solifluxion au niveau des alluvions grimaldiennes qui supportent l'association.
Sur les versants, garrigue à xérophytes en coussinets.

PHOTO N° 28. — Pozzine sèche sub-alpine sur le Haut-Atlas calcaire.
FESTUCETO-TARAXACETUM dans une cuvette colmatée par des alluvions grimaldiennes sur le Haut-Atlas de l'Ahansal sous le Tizi n'Tilrist 2 700 m.

PHOTO Nº 29. — POETO-ANACYCLETUM ANACYCLETOSUM
dans la même localité.
Dans les éboulis, au premier plan : VIOLETO-LINARIETUM.

PHOTO Nº 30. — HERACLEETO CIRSIETUM FLAVISPINAE
sur le versant nord du J. Ayachi, vallée de l'oued Ijimi.
De part et d'autre de l'oued : la garrigue à xérophytes épineux tend à prendre la place de la cédraie agonisante (2 400 m.).

PHOTO N° 31. — Sources de l'acif m'Goun 2 600 m.
Au premier plan : au bord du ruisseau, peuplements de *Festuca Mairei*; ensuite, pozzine sèche à FESTUCETO-TARAXACETUM à laquelle fait suite, sur les bords de l'acif m'Goun, une pozzine suintante à FESTUCETO-GENTIANETUM; dans le lit de l'acif, faciès à *Cirsium subornatum* du CIRSIETUM CHRYSACANTHII. Dès que l'on s'éloigne de la proximité de l'eau, apparaît la garrigue à xérophytes épineux en coussinets (VELLETUM MAIREI).

PHOTO N° 32. — Détails d'un peuplement de *Cirsium chrysacanthum* var. *sub-ornatum* aux sources de l'acif m'Goun. En arrière : VELLETUM MAIREI.

# BIBLIOGRAPHIE


Arambourg (C.). — Les Mammifères quaternaires de l'Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. de l'Afr. du Nord*, Alger, t. 20, 1929, n° 3, p. 63-84, 3 fig.

Arambourg (C.). — Les Mammifères fossiles du Maroc. *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, n° 46, 15 décembre 1938, 74 p., 15 fig., 9 pl.

Arambourg (C.). — La succession des faunes mammalogiques en Afrique du Nord au cours du Tertiaire et du Quaternaire. *C. R. S. Soc. Biogéogr.*, n$^{os}$ 241-242-243. 1951.

Arambourg (C.)., Arenes (J.) et Depape (G.). — Contribution à l'étude des flores fossiles quaternaires de l'Afrique du Nord. *Arch. Mus. Nat. Hist. Nat.* II. 1953.

Arenes (J.). — A propos des connexions ibéro-marocaines et Sicilo-Tunisiennes. *C. R. Soc. Biogéogr.*, n$^{os}$ 241-243. 1951.

Babcock (E. B.). — The genus *Crepis ;* part two, systema III treatment. Berkeley and Los Angeles. 1947.

Bagnouls (F). et Gaussen (H.). — Saison sèche et indice xérothermique. Doc. pour les cartes des Prod. végét. Ed. Privat. Toulouse. 1953.

Balansa (B.). — Voyage de Mogador au Maroc. *Bull. Soc. Géogr.*, Paris, série 5, t. 15, p. 312-332, 1 carte. 1868.

Ball (J.). — Descriptions of some new species, subspecies and varieties of plants collected in Morocco, by J. D. Hooker, G. Maw and J. Ball. *Journal of Botany* (numéros d'octobre, novembre et décembre 1873. La suite de ce travail est parue dans les numéros de juin et juillet 1875). 1873.

Ball (J.). — Spicilegium Florae Maroccanae. *Journal of the Linnean Society*, t. 16, n$^{os}$ 92-97, p. 281-772, novembre 1877 à juin 1878, 20 planches. 1877.

Ball (J.) et Hooker (J. D.). — Journal of a tour in Morocco and the Great Atlas. Londres, Macmillan. Un vol. in-8°, ill., 500 pages, 8 planches et 1 carte (renferme 4 appendices sur la flore). 1878.

Balls (E. K.). — Two Months in Morocco. The Gardeners Chronicle, 101, p. 350-352. 1937.

Barbier (A.) et Cailleux (A.). — Glaciaire et Périglaciaire dans le Djurdjura occidental. *C. R. Ac. Sc.* Paris, t. 231, p. 365-366. 1950.

Battandier (J. A.). — Contribution à la flore atlantique. *Bull. Soc. Bot. France*, p. 221-225. 1897.

Battandier (J. A.). — Notes sur quelques plantes du Maroc. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 53, p. 82. 1906.

Battandier (J. A.). — Notes sur quelques plantes du Nord de l'Afrique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 58, p. 183-188. 1911.

Battandier (J. A.). — Contributions à la flore atlantique. In-8°, 91 pages. Paris, Lhomme. 1919.

Battandier (J. A.). — Récoltes botaniques au Maroc de M. le Dr Nain. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 12, p. 187-191. 1921.

Battandier (J. A.). — Notes sur quelques plantes de la flore atlantique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 68, p. 652-655. 1921.

Battandier (J. A.). — Exploration botanique de la Haute Moulouya (Dr Nain). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 12, p. 6-11. 1921.

Battandier et Jahandiez. — Plantes recueillies au Maroc (par Gattefossé et Jahandiez). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 12, p. 6-11. 1921.

Battandier et Trabut. — Flore de l'Algérie et catalogue des plantes du Maroc. Tome I. Dicotylédones, par Battandier. Un vol., in-8°, 872 p., Alger, Jourdan. 1888-90.

Battandier et Trabut. — Flore de l'Algérie et catalogue des plantes du Maroc. Tome II : Monocotylédones. Un vol., in-8°, 256 p., 2 pl. Alger, Jourdan. 1895.

Battandier et Trabut. — Notes sur quelques plantes de la flore atlantique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 52, p. 498-502. 1905.

Battandier et Trabut. — Choix de plantes nouvelles pour le Maroc ou pour la Sciences dans les fructueuses récoltes de M. Ducellier. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 9, p. 14-17. 1918.

Bonnet (Ed.). — Itinéraire botanique d'une ambassade française au Maroc (avril-mai 1885), récoltes H. Duveyrier. *Journal de Botanique*, p. 173-183. 1891.

Bourcart (J.). — Essai de reconstitution de l'histoire du réseau fluvial du Haut Atlas à l'Est de Marrakech. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 20 nov. 1933, t. 907, p. 1339-1342.

Bourcart (J.). — Résultats d'ensemble d'une étude du Quaternaire et du Pliocène marin du littoral atlantique du Maroc et du Portugal. *C. R. II^e Congrès des Géographes et des Ethnographes slaves*, Sofia, 1936, p. 57-69.

Braun-Blanquet (Dr J.). — Sur un *Erigeron* alpin du Grand Atlas. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 14, p. 25-26. 1923.

Braun-Blanquet (Dr J.). — L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France. Lhomme édit. 1923.

Braun-Blanquet (Dr J.). — Zur Kenntnis der Vegetations-verhältnisse des Grossen Atlas *(Beibl. 15 z. Vierteljahrschr. d. Naturforsch. Ges. Zurich*, 1928, p. 334-357). 1928.

Braun-Blanquet (Dr J.). — L'excursion de la Sigma en Catalogne, Pâques 1934. *Cavanillesia*, p. 7.

Braun-Blanquet (Dr J.). — Les souches préglaciaires de la flore pyrénéenne. *Collect. Bot.* 1948, I-I.

Braun-Blanquet (Dr J.). — Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Macabet fr. imp. Vaison-la-Romaine. 1952.

Braun-Blanquet (Dr J.) et De Bolos (O.). — Aperçu des groupements végétaux des montagnes tarragonaises. *Collect. Bot.* 1950, 20, 303.

Braun-Blanquet (Dr J.) et Maire (Dr R.). — Contributions à l'étude de la Flore marocaine. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 13, p. 13-22 (fasc. I), p. 180-195 (fasc. 2). 1922.

Braun-Blanquet (Dr J.) et Maire (Dr R.). — Contributions à l'étude de la Flore marocaine. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, t. 14, p. 73-77 (fasc. 3). 1923.

Braun-Blanquet (Dr J.) et Maire (Dr R.). — Études sur la végétation et la flore marocaines. Compte rendu des Herborisations de la Société Botanique de France. Session du Maroc, 1921. *Mémoires Soc. Sc. Nat. du Maroc*, t. 8, part. I, 30 décembre 1924, 224 pages. Une carte, 10 pl. 1924.

Braun-Blanquet (Dr J.) et Maire (Dr R.). — Contributions à l'étude de la Flore marocaine. Fasc. 4. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 16, p. 22-41. 1925.

Celerier (H.) et Charton (A.). — Voyage dans le Haut Atlas (Haut Ourika - Haute Reraïa). *Rev. de Géogr. Maroc.*, t. III, 1922, p. 138-157, 269-282.

Celerier (J.) et Charton (A.). — Sur la présence de formes glaciaires dans le Haut Altas de Marrakech. *Hespéris*, t. II, 4^e trim. 1922, p. 373-384, 6 fig.

CELERIER (J.) et CHARTON (A.). — Dans les vallées du Haut Atlas central. I. Le Goundafa. II. Le Tifnout. *Rev. de Géogr. Maroc*, t. IV, 1er trim. 1924, p. 10-23, 2e trim., p. 95-111.

CHOUARD (P.). — Les tourbières de pelouses ou pozzines dans les Pyrénées. Formations homologues aux pozzines de Corse. *Bull. Soc. Bot. France*. 1935.

CHOUBERT (G.). — Sur la géologie de la Moyenne Moulouya et de la terminaison orientale du Haut Atlas. *C..R. Ac. Sc.*, t. 204, p. 606. 1937.

CHOUBERT (G.) et MARCAIS (H.). — Géologie du Maroc. Un aperçu structural. *XIX Cf. géol. int. Mon. Reg.*, 3e série, nº 6, Rabat. 1952.

COSSON (Dr E.). — Catalogue des plantes observées au Maroc jusqu'en 1871, avec le tableau de leur distribution géographique. (Manuscrit de 75 pages de la Bibliothèque de l'herbier Durand-Cosson). 1871.

COSSON (Dr E.). — Note sur la géographie botanique du Maroc. *C. R. Acad. des Sciences*, séance du 3 mars. *Bulletin Assoc. Sc. de France*, t. II, nº 279. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 20, p. 49-61. 1873.

COSSON (Dr E.). — Species novae maroccanae (series prima). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 20, p. 239-261. 1873.

COSSON (Dr E.). — Index plantarum in imperio Maroccano australi recentius a cl. Balansa et ab indigenis duobus sub auspiciis cl. Beaumier lectarum. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 22, p. 51-69. 1875.

COSSON (Dr E.). — Plantae novae florae Atlanticae. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 27, p. 67-73. 1880.

COSSON (Dr E.). — Compendium florae atlanticae seu methodica plantarum omnium in Algeria... (Flore des États barbaresques : Algérie, Tunisie, Maroc). Tome I. Historique et Géographique, 1 vol., in-8º, 2 cartes, Paris, Masson. 1881.

COSSON (Dr E.). — Illustrationes Florae Atlanticae seu icones plantarum novarum, rariorum vel minus cognitarum in Algeria nec non in regno Tunetano et in imperio Maroccano nascentium. Gr. in-8º, 177 planches de Cuisin et Riocreux, 7 fascicules, Paris, Masson. 1883-97.

COSSON (Dr E.). — Compendium florae atlanticae. Tome II. Supplément à l'historique. Flore des États barbaresques : Renonculacées à Crucifères. Un vol., in-8º. Paris, Masson. 1887.

CUATRECASAS (J.). — Nota sobre el *Leucanthemum arundanum* (Boiss.) Cuatr. (*Cavanillesia*, I, p. 41-44, tab. I). 1928.

CUATRECASAS (J.). — Estudios sobre la flora y la vegetation del mauzo de Magina. *Museo Cien. Nat.* Barcelona. 1929.

DEBRACH (J.) et BIDAULT (G.). — Les facteurs actinométriques du climat. *Maroc médical*, nº 175, Casablanca, 15 janvier 1927, p. 1-9, 10 fig.

DEBRACH (J.) et BIDAULT (G.). — Sur les valeurs les plus élevées de la radiation solaire observée au Maroc. *C. R. Séances mensuelles de la Soc. Sc. nat. du Maroc*, t. 18, 6 déc. 1938, p. 61-64.

DEBRACH (J.) et BIDAULT (G.). — État de nos connaissances sur le climat de la montagne marocaine. *Hesperis*, 2e-3e trim. 1938, p. 199-209, 3 fig.

DEDEBANT (G.). — La Climatologie au Maroc. *Maroc médical* 39, Casablanca. 1925.

DEDEBANT (G.) et JURY (A.). — Étude sur le régime des pluies au Maroc et carte provisoire de la répartition des pluies. *Mém. Soc. Sc. nat. du Maroc*. 1924, nº 9.

DESFONTAINES. — Flora Atlantica. Paris, 2 vol. in-4º, 923 pages et 263 planches par J. Redouté. 1798-1800.

DRESCH (J.). — Recherches sur l'évolution du relief dans le massif central du Grand Atlas, le Haouz et le Sous. Arrault, éd. Tours. 1941.

DRESCH (J.). — Sur les formations de remblaiement continental et la présence de formes glaciaires dans le Haut Atlas calcaire. *C. R. Somm. Soc. géol. France*, p. 169. 1949.

DRESCH (J.). — Notes sur le bassin supérieur de la Tessaout. *Dir. Prod. ind. et Mines*, Rabat. 1951.

Dresch (J.) et Raynal (R.). — Aspects de la géomorphologie du Maroc. *XIX Cg. géol. Int. Mon. reg.* 3e série, nº 3, Rabat. 1952.

Dresch (J.) et Roch (Ed.). — Observations nouvelles sur le Grand Atlas de Marrakech. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 1935, 5e série, t. 5, fasc. 6-7, p. 377-398, 10 fig., 1 pl.

Dresch (J.) et Roch (Ed.). — A propos des glaciers de l'Atlas. *C. R. Séances mensuelles. Soc. Sc. nat. Maroc*, nº 7, p. 49. 1936.

Dresch (J.) et Roch (Ed.). — De la Sierra Nevada au Grand Atlas. Formes glaciaires et formes de nivation. Mélanges Gauthier-Arrault, Tours. 1937, p. 194-212, 2 croquis, 3 pl. photos.

Dubuis (A.) et Faurel (L.). — Essai sur la flore montagnarde du Djurdjura. Endémisme et affinités floristiques. Tv. Bot. dédiés à R. Maire. *Mém. Soc. Hist. Nat. Af. Nord*, p. 65. 1949.

Ducellier (L.). — Contribution à la flore fossile de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord*, 13. 1925.

Emberger (L.). — La végétation des montagnes du Maroc. *C. R. Acad. des Sc.*, t. 185, p. 1152. 1927.

Emberger (L.). — La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. Bot.* 1930.

Emberger (L.). — Matériaux pour l'étude de la flore et de la végétation du Maroc, fasc. 1. *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. du Nord*, t. 21, p. 101-114. 1930.

Emberger (L.). — *Prunus Padus* L., et *Dracocephalum Mairei* Emb. (Moyen Atlas). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. 77, p. 29-31. 1930.

Emberger (L.). — Matériaux pour l'étude de la flore et de la végétation du Maroc, fasc. 2. *Ibidem*, 11, nºs 7-8, p. 176-186. 1931.

Emberger (L.). — Sur une formule climatique et ses applications en Botanique. *La Météorologie*, 10 p. 1932.

Emberger (L.). — Recherches botaniques et phytogéographiques dans le Grand Atlas oriental. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 33. 1932, 50 p., 2 pl. 1933.

Emberger (L.). — Exploration botanique du Sagho (Maroc). *C. R. Acad. Sc.*, 196, p. 2020. 1933.

Emberger (L.). — Nouvelle contribution à l'étude de la classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. de Botanique*. 1933.

Emberger (L.). — La végétation et la flore du Maroc. *Ass. Fr. Av. Sciences, Congrès de Rabat*. 1934.

Emberger (L.). — La végétation du massif des Seksaoua (Grand Atlas occidental). *C. R. As. Sc.*, 198, p. 968. 1934.

Emberger (L.). — Matériaux pour l'étude de la Flore et de la végétation du Maroc, fasc. 3. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 13 p. 291. 1934.

Emberger (L.). — Nouvelles recherches botaniques dans le Grand Atlas. *C. R. Ac. Sc. Paris*. 1935.

Emberger (L.). — Matériaux pour l'étude de la Flore et de la végétation du Maroc, fasc. 4, 5, 6. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 15, p. 165; p. 173; p. 188. 1935.

Emberger (L.). — La distribution géographique du Cèdre au Maroc. *C. R. Soc. Biogéogr.* 1935.

Emberger (L.). — Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. *Bull. Soc. Bot. Suisse, Volume jubilaire* de Rübel. 1936.

Emberger (L.). — La végétation et la flore des hauts sommets du Maroc, 1 et 2. *The New Flora and Sylva, London*. 1936.

Emberger (L.). — Matériaux pour la Flore marocaine, fasc. 7. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 17, p. 220. 1938.

Emberger (L.). — La végétation du Grand Atlas central. *Guide de la Haute montagne marocaine*. 1938.

Emberger (L.). — La restauration de la zone forestière supérieure des montagnes marocaines. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 18, p. 213. 1939.

EMBERGER (L.). — Aperçu général sur la végétation du Maroc, avec carte phytogéographique du Maroc au 1 500 000e. *Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel*, Zürich, 14, p. 40. 1939.

EMBERGER (L.). — Les limites de l'aire de végétation méditerranéenne en France. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 76. 1943.

EMBERGER (L.). — Considérations sur les genres de la flore marocaine. Tv. Bot., dédiés à R. Maire. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, Alger. 1949.

EMBERGER (L.) et MAIRE (R.). — Spicilegium rifanum. *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, nº 17, décembre, 59 p., 7 pl. 1927.

EMBERGER et MAIRE. — Matériaux pour la Flore marocaine, fasc. 1. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 9, p. 21. 1929.

EMBERGER (L.) et MAIRE (R.). — Matériaux pour la flore marocaine, fasc. 2. *Bull. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, 11, nº 4-6, p. 90-114. 1931.

EMBERGER (L.) et MAIRE (R.). — Matériaux pour la Flore marocaine, fasc. 3. *Bull. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, 13, p. 276. 1933.

EMBERGER (L.) et MAIRE (R.). — Tableau phytogéographique du Maroc. Première partie. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 38. 1934.

EMBERGER (L.) et MAIRE (R.). — La végétation de l'Anti-Atlas occidental. *C. R. Ac. Sc. Paris*. 1935.

EMBERGER (L.) et MAIRE (R.). — Matériaux pour la Flore marocaine, fasc. 4. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 17, p. 209. 1938.

FAURE (A.). — Note sur mes herborisations dans le département d'Oran. *B. S. Hist. Nat. Af. du Nord*, p. 233. 1923.

FERNANDES (A.). — Sur la phylogénie des espèces du genre Narcissus L. *Bol. Soc. Brot.* 25, 2e Sér. 1951.

FLANDRIN (J.). — La chaîne du Djurdjura. *XIX Cg. géol. int. Mon. Reg.* I, nº 19, Alger. 1952.

FLICHE (P.). — Les bois silicifiés de la Tunisie et de l'Algérie. *C. R. A. S.* 107. 1888.

FONT QUER (P.). — Le *Festucetum hystricis*, une association montagnarde nouvelle de l'Espagne. *Vegetatio*. Vol. V-VI, p. 135. 1954.

FRIEDRICH BOLLE. — Eine Ubersicht über die gattung Geum. *Fedde* B. 72. 1933.

FRODIN (J.). — Recherches sur la végétation du Haut Atlas. *Lunds Universitets Arsskrift*. N. F. Avd. 2. Bd. 19, Nr 4. 24 p. fig. 1923.

GAUSSEN (H.). — Les résineux d'Afrique du Nord. Écologie. Reboisements. *R. I. B. A.* Nov., Déc. 1952.

GAUSSEN (H.). — Géographie des plantes. Col. Armand Colin, nº 152. 1954.

GAUSSEN (H.). — Théorie et classification des climats et des micro-climats. *Rap. et Conn. VIII Cong. int. Bot.* 1954. Sect. 7, p. 125.

GAUSSEN (H.). — L'Étage alpin. *Et. Bot. et Alpin VIIIe Cong. Bot. Paris*. Collas imp. Bayeux. 1954.

GATTEFOSSE (J.) (avec la collaboration de : EMBERGER (L.); MAIRE (R.); WEILLER (M)). — Contributions à la connaissance de la Flore du Maroc, fasc. 1. *Bull. Soc. H. B. Afr.*, nº *N.* (année 1937, p. 528). 1938.

GATTEFOSSE (J.). — Contributions à la connaissance de la Flore du Maroc (en collaboration avec MM. MAIRE (R.) et WEILLER (M.). *Ibidem*, p. 206-220. 1941.

GENTIL (L.). — Sur des vestiges de glaciation quaternaire dans la région de Telouet. *C. R. As. Sc. Paris*, 2 janv. 1924, t. 178, p. 31.

GUINOCHET (M.). — Sur la présence dans les Alpes sud-occidentales d'ensembles physionomiquement comparables aux pozzines corses. *Bull. Soc. Bot. France*. 1936.

GUINOCHET (M.). — Étude sur la végétation à l'étage alpin dans le bassin supérieur de la Tinée (Alp.-Mar.) Bosc. et Riou, éd. Lyon. 1938.

GUINOCHET (M.). — Recherches de taxonomie expérimentale sur la flore des Alpes de la région méditerranéenne occidentale. II. Sur quelques formes de Campanula rotundifolia L. *Bull. Soc. Bot. France*, 89, p. 70-75, 153-56. 1943.

HAYEK (A.). — Prodromus florae peninsulæ balkanicae *Verlas des Repert. Febeckstr.* 49 *Berlin Dahlem.* 1927-32.

HEIM DE BALSAC (H.). — Biogéographie des Mammifères et des Oiseaux de l'Afrique du Nord. Supplément 21 du *Bull. Biologique de France et de Belgique,* Paris. 1936, 445 p., 16 fig., 7 pl., 16 cartes.

HOCK (Dr Fernando). — Beitrage zur Morphologie gruppirung und geographischen Verbreitrung des Valerianaceen. *Bot. Jahrb.* 1882.

HOOKER (J. D.). — Hooker's Icones plantarum. 3e sér. Vol. 9, part. 2, pl. 1828.

HORVAT (I.). — Pflanzengeographische gliederung sudosteuropas, *Vegetatio,*V-VI, p. 434. 1954.

HUMBERT (H.). — Végétation du Grand Atlas marocain oriental. Exploration botanique de l'Ari Ayachi. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord,* t. 15, p. 147-234, 13 planches. 1924.

HUMBERT (H.). — Plantes nouvelles du Maroc. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord,* t. 18, p. 143-163. 1927.

HUMBERT (H.). — Végétation de l'Atlas saharien occidental et additions à l'étude botanique de l'Ari Ayachi. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord,* t. 19, p. 204-240, 8 pl. 1928.

JAHANDIEZ (E.) et MAIRE (Dr R.). — Plantes maroccanae novae. Fasc. I. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord,* t. 14, p. 65-73. 1923.

JAHANDIEZ (E.). — Contributions à l'étude de la Flore du Maroc. Missions de l'Institut Scientifique Chérifien en 1921. *Mémoires de la Soc. Sc. Nat. du Maroc,* t. III, nº 1, juin, p. 128, 9 pl. 1923.

JAHANDIEZ (E.) et MAIRE (Dr R.). — Plantae maroccanae novae, fasc. 2. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord,* t. 16, p. 67-80. 1925.

JAHANDIEZ (E.) et MAIRE (R.). — Plantae maroccanae novae, fasc. 3. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord,* t. 19, p. 81-87. 1928.

JEANNEL (R.). — La genèse des flores terrestres. *Pr. Univ. de France.* 1942.

JOLEAUD (L.). — Sur les faunes de Mammifères Quaternaires de la Berbérie. *Bull. Soc. Hist. nat. de l'Afr. du Nord,* Alger, t. I. 1910, nº 7, p. 102-104.

JOLEAUD (L.). — Contribution à l'étude du Quaternaire dans le Maroc atlantique. *C. R. Somm. S. G. F.,* Paris, 20 déc. 1926; fasc. 16, p. 156-159.

JOLEAUD (L.). — Histoire du peuplement de la Corse. Les Mammifères. *Bull. Soc. Hist. Nat. Corse.* 1926.

JURY (A.) et DEDEBANT (G.). — Étude sur le régime des pluies au Maroc et carte prov. de la répartition des pluies. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc,* 9. 1924.

KEISSLER (Karl v). — Die arten der gattung Daphne aus der Sect. Daphnantes. *Bot. Jch.* 25, p. 29.

KILLIAN (Ch.). — *Gentiana atlantica* de Lit. et Maire endémique du Grand Atlas marocain, sa biologie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord,* t. 34, p. 37. 1943.

KNUTH (R.). — Geraniales. *Pflanzenreich* 50. 1912.

KOEPPEN et WEGENER. — Die Klimate der geologischen Vorzert. Belin. 1926.

KRANSEL (R.). — Ergebnisse der Forgschungsreisen Pv E. Stromer in der Wüsten Agyptens. *Abh. Bayer. Akad. der Wiss,* 30, 1924-26-47. 1939.

LASCOMBES (G.). — Physiologie et morphogénèse aux hautes altitudes. *Etude Bot. étage alpin; VIIIe Cong. int. Bot. Paris.* 1954.

LINDBERG (H.). — Itinera Mediterranea, ein Beitrag zur Kenntnis der westmediterranen Flora auf Grund eines Materials von Gefässpflanzen, gesammelt in Tunesien und Sizilien im Jahre 1924, und in Spanien und Marokko im Jahre 1926. *Acta Societatis scientiarum Fennicae,* nov. ser. B. t. I, nº 2, Helsingfors, 178, p. 32, pl. 1932.

LITARDIÈRE (R. DE). — Un *Festuca* nouveau du Grand Atlas. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord,* t. 14, p. 337-338. 1923.

LITARDIÈRE (R. DE). — Sur la répartition des *Festuca* du sous-genre *Eu-Festuca* dans l'Afrique du Nord. *Archives de Botanique,* t. I, nº 4, p. 49-63. 1927.

LITARDIÈRE (R. DE). — Contribution à l'étude phytosociologique de la Corse. Les montagnes de la Corse orientale entre le Gola et le Tavignano. *Arch. de Bot.* II. 1928.

LITARDIÈRE (R. DE). — Contributions à l'étude phytosociologique de la Corse. Les pozzines du massif de l'Incudine. *Arch. de Bot.* IV. 1930.

LITARDIÈRE (R. DE). — Note sur des *Festuca* marocains récoltés en 1931-1933 et 1935, par M. EMBERGER (L.), *Soc. Sc. Nat. Maroc*, 15, p. 262. 1935.

LITARDIÈRE (R. DE). — Notes sur les *Festuca* du Maroc récoltés en 1931-1933 et 1934, par M. EMBERGER (L.). *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 15, année 1935, p. 262. 1936.

LITARDIÈRE (R. DE). — Sur les caractères chromosomiques et la systématique des *Poa* du groupe du *P. annua* L. Revue de Cytologie, 4, p. 81-85. 1940.

LITARDIÈRE (R. DE) et MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore du Grand Atlas, 1, *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 4. 1924.

LITARDIÈRE (R. DE) et MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore du Maroc, 2, *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 26. 1930.

LITARDIÈRE (R. DE) et MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la Flore du Maroc. Fasc. 2 *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 26. 1931.

LOSA (T. M.) et MONTSERRAT (P.). — Nueva aportacion y estudio de la flora de los montes Cantabro-Leoneses. *Ann. del Inst. Bd. A. J. Cavanilles*, Madrid. 1952, XI-II, p. 385.

LUIZET (D.). — *Saxifraga Maireana* Luizet, sp. nov. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 20, p. 166-170, fig. 1929.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 1 (n° 1-9). *B. S. H. N. A. N.*, p. 172. 1918.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 2 (n° 10-28), *loc. cit.*, p. 42. 1921.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 3 (n° 29-40), *loc. cit.*, p. 180. 1921.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 4 (n° 41-45), *loc. cit.*, p. 37. 1922.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 5 (n° 46-71), *loc. cit.*, p. 209. 1922.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 6 (n° 72-132), *loc. cit.*, p. 118. 1923.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 7 (n° 133-161), *loc. cit.*, p. 70. 1924.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 8 (n° 162-172), *loc. cit.*, p. 95. 1924.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 9 (n° 173-189), *loc. cit.*, p. 380. 1924.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 10 (n° 190-220), *loc. cit.*, p. 104. 1926.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 11 (n° 221-350). *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, p. 58. 1926.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 12 (n° 351-427). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, p. 29. 1928.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 13 (n° 428-451). *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, p. 128. 1929.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 14 (n° 452-573). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, p. 12. 1929.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 15 (n° 574-650). *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, p. 1. 1929.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 16 (n° 651-754). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, p. 171. 1929.

MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 17 (nº 755-944), *loc. cit.*, p. 30. 1931.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 18 (nº 945-1 173), *loc. cit.*, p. 275. 1931.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 19 (nº 1 174-1 354), *loc. cit.*, p. 163. 1932.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 20 (nº 1 355-1 509), *loc. cit.*, p. 194. 1933.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 21 (nº 1 510-1 570). *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, p. 263. 1934.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 22 (nº 1 571-1 747). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, p. 286. 1934.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 23 (nº 1 748-1 931), *loc. cit.*, p. 184. 1935.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 24 (nº 1 932-2 184), *loc. cit.*, p. 203-233 et 241-270. 1936.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 25 (nº 2 185-2 377), *loc. cit.*, p. 332. 1937.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 26 (nº 2 378 2 617), *loc. cit.*, p. 403. 1938.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 27 (nº 2 618-2 899), *loc. cit.*, p. 255. 1939.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 28 (nº 2 902-3 101), *loc. cit.*, p. 327. 1939.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 29 (nº 3 102-3 254), *loc. cit.*, p. 7. 1940.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 30 (nº 3 255-3 304), *loc. cit.*, p. 99. 1941.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 31 (nº 3.305-3.394), *loc. cit.*, p. 202. 1941.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 32 (nº 3 305-3 444), *loc. cit.*, p. 88. 1942.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 33 (nº 3 445-3 488), *loc. cit.*, p. 181. 1945.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 34 (nº 3 489-3 533), *loc. cit.*, p. 25. 1946.
MAIRE (R.). — Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Fasc. 35 (nº 3 534-3 566), *loc. cit.*, p. 129. 1949.
MAIRE (R.). — Les *Adenocarpus* de l'Afrique du Nord. *Bull. Stat. rech. forest. Nord Afrique*, t. I, p. 211 et suiv., pl. 1921.
MAIRE (R.). — Note sur la flore du Siroua. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 15, p. 52-53. 1924.
MAIRE (R.). — La végétation alpine du Grand Atlas marocain. *C. R. Ac. Sciences* Paris, 179, p. 489. 1924.
MAIRE (R.). — Études sur la végétation et la flore du Grand Atlas et du Moyen Atlas marocains. Mission du ministère de l'Instruction Publique en 1921. *Mémoires Soc. Sc. Nat. du Maroc*, t. 7, 220 p., 16 pl., 1er décembre 1924.
MAIRE (R.). — Les progrès des connaissances botaniques en Algérie depuis 1930. Masson, éd. Paris. 1931.
MAIRE (R.). — La végétation des montagnes des Glaoua. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 14, p. 140. 1934.
MAIRE (R.). — Étude sur la flore et la végétation du Sahara central. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*. 1940.
MAIRE (R.). — Flore de l'Afrique du Nord (Lechevalier, éd. Paris) I : 1952. — II : 1953. — III : 1955. — IV : 1956.

MAIRE (R.) et EMBERGER (L.). — Vue d'ensemble de nos connaissances phytogéographique du Maroc. 1° Les étages climatiques de végétation (5-12-1927). 2° Les régions, domaines et secteurs (9-1-1928). *C. R. Acad. des Sc.*, t. 185, p. 1 561-1563; t. 186, p. 282-284, 2 cartes. 1927-28.

MAIRE (R.) et EMBERGER (L.). — La végétation de l'Anti-Atlas. *C. R. Ac.*, 194, p. 232-233. 1932.

MAIRE (R.) et EMBERGER (L.). — Notes sur le programme botanique exécuté par les membres de la 8e E. P. I. *Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel, Zurich*, 14, p. 5. 1931.

MAIRE (R.) et SAMUELSON (G.). — Plantae maroccanae novae vel rariores. *Arkiv. für Botanik*. 1939.

MARSCHALL (FREDRICO) et BIEBERSTEIN. — Flora Taurico-Caucasica, *char Kouiae typis academicis*. 1808-19.

MARTINEZ (M.). — Aportaciones à la flora espanola. Plantas de Alicante. *Mus. Nac. Cien. Nat. Madrid*. 1934.

DE MARTONNE (E.). — Les formes glaciaires sur le versant nord du Haut Atlas. *Ann. de Géogr.*, Paris, 15 mai 1924, n° 83, p. 296-302, 4 fig.

DE MARTONNE (E.). — Carte géologique provisoire de l'Atlas de Marrakech, au 1/200 000 et notice explicative. *Notes et Mém. Serv. Mines Maroc*, Rabat, 1931, n° 19, 36 p., 3 fig., 2 pl.

DE MARTONNE (E.). — Traité de Géographie physique, 5e édition, Paris. A. Colin. 1934, 3 vol. in-8°; t. I : XII-496 p., fig. 6 pl. photos, 2 planis. h. t.; t. II : 562 p., 207 fig., 46 pl. photos; t. III (en collab. avec Aug. Chevalier et L. Cuénot) : 460 p., 94 fig., 12 pl. photos.

MATTFELD (J.). — Géographische genetische untersuchungen über die Gattung Minuartia. *Fedde*, B. 15.

MELCHIOR (J.) et CUATRACASAS (J.). — La *Viola cazorlensis*, su distribución, sistematica y biologica. *Cavan.* 7, 133.

MEYER (Kurt). — Kulturgeschichtliche und systematische Beitrage zur Gattung *Prunus*. *Fedde Berh.* 22.

MISTARDIS (G.). — Sur le caractère plus ou moins désertique d'une partie de l'Egéide méridionale durant quelques périodes du Pliocène et du Quaternaire. *Cong. Géol. Int. Alger.* 1952, fasc. 7.

MODESTO LAZA PALACIOS. — Estudios sobre la flora y la vegetación de las sierras Tejeda y Almyara. *An. Jard. Bot. Madrid.* 1946, 217.

MUNOS (Medino, José). — Ojeada Filoecologica en el alto valle del Genil. *Ann. Jar. Bot. Madrid.* 1945, 175 *(Quercetum ilicis erinacetosum)*.

MURBECK (Sv.). — Contribution à la connaissance de la flore du nord-ouest de l'Afrique. *Malwström imp. Lund. 1897*.

MURBECK (Sv.). — Sur quelques espèces nouvelles ou critiques des genres. *Celsia* et *Onopordon (Lunds Univers. Arsskrift. N. F. Avd.* 2, 17, n° 9). 1921.

MURBECK (Sv.). — Contributions à la connaissance de la Flore du Maroc. *Lunds Universitets Arsskrifft. N. F.* Avd. 2, Bd. 18. Nr 3 (1922) 1. Ptéridophytes-Légumineuses, in-4°, 76 p., fig. 12, pl. — 2. Géraniacées-Composées, Bd 19, Nr 1. (1923), 68 p., fig. 7, pl. 1922-23.

NÈGRE (R.). — Observations phytosociologiques et écologiques sommaires sur la Cédraie de Kissarit. *Phyton*, vol. 4, fasc. 1, 3. 1952.

NÈGRE (R.). — Les associations végétales du J. Saa (Moyen Atlas d'Itzer). *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 32. 1952; 33. 1953.

NELTNER (L.). — Notes sur le Haut Atlas. *Rev. géog. Maroc*, p. 117. 1930.

PAU (C.). — Anotaciones sobre plantas hispano-marroquies. *Cavan.* 8, III.

PAX (F.) et KNUTH (R.). — Primulaceae. *Pflanzenreich*, n° 9. 1911.

PEYERIMHOFF (P. DE). — Mission scientifique du Fezzan, insectes coléoptères. *Inst. Rech. Sah. Univ. Alger.* 1948.

PEYERIMHOFF (P. DE). — La faune entomologique du Maroc comparée à celle de la Numidie. *Vol. jub. Soc. Sc. Nat. Maroc.* 1948.

Piveteau (J.). — L'Évolution parallèle et son mécanisme. *La Terre et la Vie*, p. 30-36. 1936.

Pomel (A.). — Nouveaux matériaux pour la Flore atlantique. *Savy, éd. Paris*. 1874.

Quezel (P.). — Contribution à l'étude des groupements rupicoles endémiques des Alpes Maritimes (en coll. avec J. Rioux). *Vegetatio* II, fasc. 1, p. 1-13. 1949.

Quezel (P.). — Les groupements rupicoles calcicoles dans les Alpes Maritimes, leur signification biogéographique. *C. R. Sess. ext. Bull. Soc. Bot. Fr.* 1950-97, p. 181-192.

Quezel (P.). — Les dolines à neige du Ghat (Grand Atlas oriental). Quelques aspects de leur peuplement. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, t. 42, p. 121-130. 1951.

Quezel (P.). — Contribution à la flore du Grand Atlas oriental. *Bull. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, p. 253-264. 1952.

Quezel (P.). — Contribution à l'étude des groupements végétaux rupicoles d'Oranie (en coll. avec Daumas (P.) et Santa (S.). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, t. 43, p. 186-202. 1952.

Quezel (P.). — Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique du Grand Atlas calcaire. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, nº 50, p. 56. 1952.

Quezel (P.). — Contribution à la flore de l'Afrique du Nord. Deuxième contribution à la flore du Haut Atlas marocain. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, t. 44, p. 196-202. 1953.

Quezel (P.). — Description d'une espèce nouvelle de *Romulea*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, t. 43, p. 184-185. 1952.

Quezel (P.). — Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique de la Sierra-Nevada. *Mém. Soc. Broteriana* 9, p. 77. 1953.

Quezel (P.). — Contribution à la flore de l'Afrique du Nord 3. Contribution à la flore du J. Bou Naceur. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, t. 44. 1953.

Quezel (P.). — Les Campanulacées d'Afrique du Nord. *Fedde Repertorium* Bd 56. 8, p. 65. 1953.

Quezel (P.). — Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. *Mém. de l'Inst. Rech. Sahar. Alger*, p. 164, 13 Tab. 1954.

Quezel (P.). — Étude phytociologique des Rochers de la Tude (près de Vigan (Gard) (en coll. avec L. Granel de Soignac). *Mém. Soc. Bot. France*, p. 61-74. 1952.

Raunkiaer (C.). — The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Clarendon Press. 1934.

Raynal (R.). — Notes de stratigraphie et de morphologie en Moyenne Moulouya. *Notes serv. géol. Maroc*, 1-5. 1952.

Reinhold-Riek. — Systemayische und pflanzengeographische Untersuchungen in der Veronica sektion Chamoedrys Grisel. *Fedde Repert*, 79. 1935.

Rikli (M.). — Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. *Hans Huber Verlag*. Bern, cf. en part. IV, 1943; V, 1944.

Ritz (W.). — Genese de la flore alpine. *Eb. bd. et alpin*, 8e *Cong. Int. Bot. Paris*, Colas imp. Bayeux. 1954.

Roux (G.). — La neige au Maroc, suivi de : La neige pendant l'hiver 1931-32. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, nº 39, p. 72-92, 31 juillet 1934.

Roux (G.). — Mémoire annuel consacré à la Physique du globe et à la météo-orologie du Maroc. *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc*; *a*) t. 39, 31 juillet 1934; *b*) t. 41, 15 septembre 1935; *c*) t. 44, 15 décembre 1937.

Roux (G.). — Contribution à l'étude du climat du Maroc. Les températures maxima et minima. *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, 15 déc. 1937, nº 44, p. 17-57.

Roux (G.). — Annales du Service de Physique du Globe et Météorologie de l'Inst. Scient. Chérifien. Année 1934. *Dir. Gén. de l'Inst. Publ. des Beaux-Arts et des Antiquités au Maroc*, Rabat, impr. offic., 1938. Ibid. Année 1935. Rabat, impr. offic. 1939.

SAINT-GIRONS (M. C.). — Étude de quelques microclimats du versant nord du Massif du Toubkal. *Vie et Milieu* V, I. 1954.

SAINT-YVES (A.). — Les *Festuca* de l'Afrique du Nord et des Iles Atlantiques. *Candollea*, Organe du Conservatoire et du Jardin botaniques de Genève, t. I, p. 1-63. 1922.

SAUVAGE (C.). — Annotation au Catalogue des plantes du Maroc. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 23. 1943.

SAUVAGE (C.) et VINDT (J.). — Notes botaniques marocaines. 1 *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc.* 1949; 2. *ibidem* 32. 1952.

SAUVAGE (C.) et VINDT (J.). — Notes botaniques marocaines. 1. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc.* 1949; 2. *ibid.*, 32. 1952.

SAUVAGE (C.) et VINDT (J.). — Flore du Maroc. *Tv. Inst. Sc. Chérifien*, nº 3 et 4. Ed. Internat. Tanger 1952 (1), 1954 (2).

SCHMEJA (Oswald). — Beitrag zur Kenntnis der Gattung Jasione. *B. Bot. Centrbl.* 48-2, p. 1.

SCHMID (E.). — Prinzipien der naturlichen Gliederung der Vegetation des Mediterrangelieter. *Berich. der Schw. Bot. Gesell*, Bd 59. 1949.

SCHULZ(O. E.). — Crucifère *Draba* et *Erophila*. Pflanzenreich, nº 89. 1927.

SCHWARZ (O.). — Die Gattung Globularia. *Bot. jarb.* 1938.

SIRJAEV (G.). — Onobrychis generis revisio critica. *Publ. Fac. Sciences Univers. Masaryk*, Brno, nº 56. 1925; 67, 1926 (suppl. 1930) 1925 (1930).

SIRJAEV (G.). — Generis *Ononis* revisio critica. *Beihefte z. Bot. Centralblatt*, 49, Abt. 2, p. 381-665, tab. 6-9. 1932.

SIRJAEV (G.). — Generis *Ononis* revisio critica. *Publ. Fac. Sciences Univers. Masaryk*, Brno, nº 102 (1938) 110 (1929), 128 (1930) 136 (1931), 148 (1932), 170 (1933), 1928, 1933.

SIRJAEV (G.). — De Ononidibus nonnullis. *Fedde Repert. Nov. Spec.*, 36 p. 388-389. 1934.

STEBBINS (F. L.). — Les processus de l'évolution aux hautes montagnes. *Eb. Bot. éta. alpin*, 8e *Cong. Int. Bot. Paris*, Colas Imp. Bayeux. 1954.

TERMIER (H. et G.). — Histoire géologique de la biosphère. Masson éd. Paris. 1952.

TURMEL (J. M.). — Liaison Europe-Afrique et biogéographie des *Eryngium*. *C. R. S. Soc. Biogéographie*, nos 241-42-43. 1951.

TURRILL (W. B.). — The plant life of the Balkan peninsula. *Clarendon Press Oxford.* 1929.

VIERHAPPER (E.). — Monographie des alpinen *Erigeron* Arten Europas und Vorderasiens. *Befh. Bot. Centr*, 2, p. 385. 1905.

VINDT (J.). — Quelques plantes intéressantes du Haut Atlas récoltées par une mission botanique. *Bull. Soc. Sc. Nat. et Phys. Maroc*, 33. 1953.

VINDT (J.). — Monographie des Euphorbiacées du Maroc. *Tv. Ins. Sc. Chérifien*, nº 6. Ed. Internat. Tanger. 1953.

WENT (F. W.). — A propos de la physiologie des plantes alpines. *Et. Bot. et alpin.* 8e *Cong. Bot. Paris*, Colas imp. Bayeux. 1954.

WENZIG (Th.). — Die Gattung *Fraxinus* Tourn. *Bot. Jarb.* 165, 1883.

WILLKOMM et LANGE. — Prodromus florae hispanicae. Stuttgard 1861 (1-2) 1880 (3).

WOLFF (H.). — Umbelliferae. *Pflanzenreich* 43-61-90. 1913, 1910, 1927.

WULFF (E. V.). — An introduction to Historical plant geography. *Waltham Mass*, 451. p.1950.

ZAHN (K. H.). — Compositae Hieracium. *Pflanzenreich*, nº 82. 1923.

# TABLE DES MATIÈRES


Préface.
Préambule . . . . . I
Limite de la végétation de haute montagne. . . . . 1
Historique sommaire de l'exploration botanique des hautes montagnes de l'Afrique du Nord . . . . . 5
Aperçu géographique. . . . . 9
Les données paléogéographiques. . . . . 15
Les facteurs climatiques . . . . . 17

PREMIÈRE PARTIE

*La flore des hautes montagnes nord-africaines* . . . . . 31

I. — Répertoire de la flore des hautes montagnes nord-africaines. . . . 35
1° Les espèces de souche méditerranéenne . . . . . 35
2° Les espèces de souche euro-sibérienne, boréo-américaine. . . 45
3° Les endémiques . . . . . 48

II. — Subdivisions biogéographiques des hautes montagnes nord-africaines . . . . . 54
1° Le sous-domaine altimontain marocain. . . . . 55
2° Le sous-domaine altimontain numidien . . . . . 71

DEUXIÈME PARTIE

*La végétation des hautes montagnes nord-africaines.* . . . . . 74

I. — Les groupements rupicoles . . . . . 81

A. — Les groupements rupicoles dans le Haut Atlas central et occidental. . . . . 83
1. Association à *Draba Oreadum* ssp. *normalis* et *Saxifraga pedemontana* var. *demnatensis*. . . . . 83
2. Association à *Silene Dyris* var. *genuina* et *Silene Boryi* var. *Ouensae* . . . . . 84
3. Association à *Saxifraga Maireana* et *Phagnalon platyphyllum* . . . . . 85
4. Association à *Campanula Embergeri* et *Erodium atlanticum* . . . . . 88

B. — Les groupements rupicoles sur le Haut Atlas et le Moyen Atlas orientaux . . . . . 90

1. Association à *Draba Oreadum* ssp. *Mariae-Aliciae* . . 91
2. Les Associations à *Saxifraga longifolia* ssp. *Gausseni*. 92
3. Association à *Sarcocapnos Baetica* ssp. *Atlantis* . . . 97
4. Association à *Gnaphalium Genevoisii* . . . . . 98
5. Association à *Arenaria Dyris*. . . . . 99
6. Association à *Arenaria Mairei* . . . . . 99
7. Association à *Pitardia caerulescens* et *Leucanthemum mesatlanticum*. . . . . 99
8. Association à *Anthyllis Warnieri* . . . . . 100
9. Association à *Erigeron Celerieri* et *Valeriana globulariifolia* . . . . . 102

C. — Les groupements rupicoles sur les Hautes montagnes de Numidie . . . . . 103

1. Association à *Galium Perralderii* et *Campanula Jurjurensis* . . . . . 103
2. Association à *Galium Murbecki* et *Campanula Kahenae* . . . . . 105

II. — Les garrigues à xérophytes épineux et les pâturages écorchés culminaux. . . . . 109

A. — Alliance Ormenion Scariosae . . . . . 114

1. Association à *Adenocarpus anagyrifolius* et *Genista florida* var. *marocana* . . . . . 116
2. Association à *Ononis atlantica* et *Santolina rosmarinifolia* var. *canescens* . . . . . 124
3. Association à *Genista Scorpius* var. *myriantha* et *Bupleurum atlanticum* . . . . . 126
4. Association à *Buxus sempervirens* et *Juniperus Thurifera* . . . . . 131
5. Association à *Avena Jahandiezii* et *Marrubium Ayardi*. . . . . 134
6. Association à *Salvia Aucheri* et *Avena filifolia*. . . . 138

B. — Alliance Arenarion Pungentis. . . . . 141

1. Association à *Arenaria pungens* ssp. *eu-pungens et Vicia glauca* var. *Rerayensis* . . . . . 143
2. Association à *Elyzaldia violacea* et *Spergula flaccida*. 157
3. Association à *Vella Mairei*. . . . . 161
4. Association à *Teucrium musimon* et *Avena montana*. 172
5. Association à *Agropyron festucoides* et *Scrofularia ramosissima* var. *macrorrhyncha* . . . . . 174

C. — Alliance Platycapnion Saxicolae . . . . . 179

1. Les Associations à *Viola Dyris* . . . . . 184
2. Association à *Raffenaldia primulina* et *Campanula Mairei* var. *anremerica*. . . . . 188
3. Association à *Cirsium Dyris* et *Silene ayachica*. . . . 190

D. — Alliance Festucion Algeriensis . . . . . 193
1. Association à *Bupleurum spinosum* et *Astragalus armatus* ssp. *numidicus* . . . . . 198
2. Association à *Anthyllis montana* et *Helianthemum canum*. . . . . 203
3. Association à *Ranunculus millefoliatus* et *Alyssum spinosum*. . . . . 205
4. Association à *Pimpinella Djurdjurae* et *Senecio Gallerandianus* . . . . . 206
5. Association à *Erinacea pungens* et *Festuca deserti* ssp. *aurasiaca*. . . . . 209

III. — Les groupements nitrophiles . . . . . 213

IV. — Les groupements hygrophiles. . . . . 217

A. — Les groupements à hautes herbes . . . . . 218
1. Association à *Cirsium chrysacanthum* et *Heracleum Sphondylium* ssp. *montanum* . . . . . 220
2. Association à *Cirsium flavispinum* et *Heracleum Sphondylium* ssp. *Embergeri* . . . . . 229

B. — Les groupements de tourbières à laiches . . . . . 235
1. Association à *Poa annua* var. *rivularis* et *Veronica repens* subvar. *cyanea* . . . . . 236
2. Association à *Schoenus nigricans* et *Triglochin palustre* . . . . . 245

C. — Les groupements rivulaires et fontinaux . . . . . 247

D. — La végétation thermophile des mares transitoires . . . . 249

V. — Les pelouses sèches et mésophiles acidophiles. . . . . 251

A. — Les associations de Pozzine suintante sur le Haut Atlas siliceux. . . . . 257
1. Association à *Nardus stricta* et *Festuca rubra* var. *Yvesiana*. . . . . 257
2. Association à *Gentiana tenella* et *Agrostis rupestris*. . 265
3. Association à *Poa alpina* et *Anacyclus atlanticus* var. *vestitus*. . . . . 272
4. Association à *Potentilla Tornezyana* et *Rorippa atlantica* . . . . . 275
5. Association à *Trifolium repens* et *Deschampsia caespitosa* . . . . . 276

B. — Les associations de pozzine sèche sur le Haut Atlas siliceux. 279
1. Association à *Potentilla Pennsylvanica* var. *hispanica* et *Silene heterodonta* var. *Thomsonii*. . . . . 279

C. — Les associations de pozzine sur le Haut Atlas et le Moyen Atlas calcaires. . . . . 285
1. Association à *Festuca rubra* et *Gentiana ciliata*. . . . 285
2. Association à *Festuca hystrix* et *Taraxacum atlanticum* . . . . . 289
3. Association à *Raffenaldia platycarpa*. . . . . 294

D. — Les associations de pozzine sur les hautes montagnes de Numidie . . . . . 296
1. Association à *Alopecurus Gerardi* et *Romulea Battandieri*. . . . . 296
2. Association à *Trifolium repens* et *Romulea Vaillanti*. 297
Caractères généraux des Pozzines sur les hautes montagnes nord-africaines. . . . . 300

Caractères généraux de la végétation des hautes montagnes nord-africaines. 310
Les étages altitudinaux de végétation. . . . . 319
Notion de groupement climax et valeur biogéographique des principaux types de végétation atlasique. . . . . 328

Troisième partie

*Valeur historique de la flore et de la végétation orophile nord-africaine* . . . . . 337
A. — Les données paléoclimatiques et paléontologiques. . . . 341
B. — Les données biogéographiques. . . . . 347
1. Les taxa circum-méditerranéens occidentaux. . . . 347
*a*) Les taxa circum-méditerranéens occidentaux au sens strict. . . . . 347
*b*) Les taxa pyrénéo-atlasiques. . . . . 351
*c*) Les taxa ibéro-mauritaniens. . . . . 356
*d*) Les taxa sud mésogéens occidentaux . . . . . 363
2. Les taxa circum-méditerranéens orientaux. . . . . 364
*a*) Les taxa oro-méditerranéens orientaux méridionaux . . . . . 365
*b*) Les taxa oro-méditerranéens orientaux septentrionaux . . . . . 369
*c*) Les taxa oro-méditerranéens orientaux localisés en Numidie . . . . . 373
3. Les taxa autochtones . . . . . 376
*a*) Les orophytes mauritaniens . . . . . 376
*b*) Les endémiques . . . . . 377
4. Les taxa africains. . . . . 382
5. Les taxa euro-sibériens et boréo-américains. . . . . 382
Les voies de migration. . . . . 385
Date probable des migrations en Afrique du Nord . . 387
C. — Les données caryo-systématiques . . . . . 391
Liste des espèces étudiées . . . . . 391
Les espèces méditerranéennes. . . . . 395
Les endémiques atlasiques . . . . . 399
Les espèces d'affinité européenne . . . . . 404
Essai de synthèse historique du peuplement végétal des hautes montagnes nord-africaines . . . . . 409

Résumé et Conclusions. . . . . 416
Table des photographies . . . . . 431
Index bibliographique . . . . . 449

# DEUXIÈME THÈSE

---

*Propositions données par la Faculté :*

VU ET APPROUVÉ :
*Le Doyen de la Faculté des Sciences,*

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
*Le Recteur de l'Académie de Montpellier,*

45190. — A. LAHURE, Imprimeur, 9, rue de Fleurus, Paris-VI[e]